

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-163631

(P2002-163631A)

(43) 公開日 平成14年6月7日 (2002.6.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 N 3/00

5 5 0

G 0 6 N 3/00

5 5 0 E 2 C 1 5 0

A 6 3 H 11/00

A 6 3 H 11/00

Z 3 F 0 5 9

B 2 5 J 5/00

B 2 5 J 5/00

C 3 F 0 6 0

13/00

13/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-363303 (P2000-363303)

(22) 出願日 平成12年11月29日 (2000. 11. 29)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 鈴木 薫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外2名)

Fターム(参考) 2C150 CA02 CA20 DA05 DF04 EF13

EF16 EF23 EF25

3F059 AA00 BB06 BC07 DA09 DB02

DB09 DC04 DC07 DD06 DD18

FB12 FC15

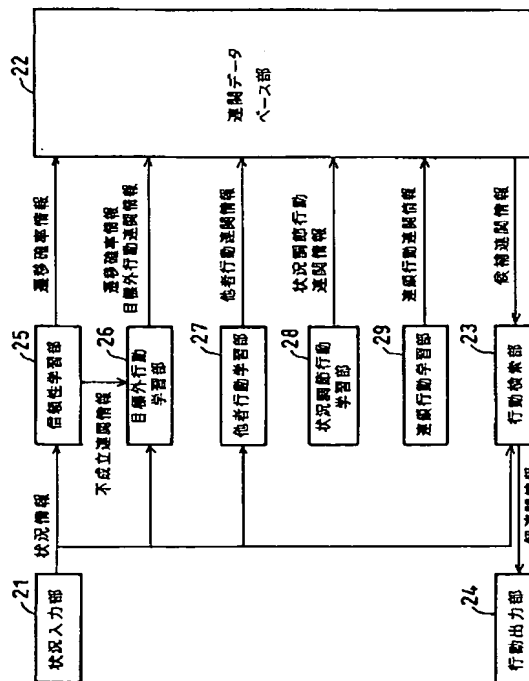
3F060 AA00 CA14 GD13 HA02

(54) 【発明の名称】 疑似生物装置及び疑似生物装置における疑似生物の行動形成方法、及び疑似生物装置に行動形成を行わせるプログラムを記載したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 疑似生物自らが動作パターンを新たに生成するソフトウェアアプリケーションや疑似生物にて実現される疑似生物装置及び疑似生物の行動形成方法及び記憶媒体の提供。

【解決手段】 ロボット1（疑似生物装置）には、信頼性学習部25、目標外学習部26、他者行動学習部27、状況調節行動学習部28、連鎖行動学習部29を設ける。ロボット1には、ロボット1外部の状況を検知し、擬似的感情を保持する状況入力部21、複数の動作パターンを記憶する連関データベース部22、外部状況、擬似的感情に対応する動作パターンを抽出する行動検索部23、この動作パターンに沿ってロボット1を動作させる行動出力部24からなる。信頼性学習部25～連鎖行動学習部29によって連関データベース部22に記憶されない動作パターンを生成し記憶することで動作パターンを増加させ、動作パターンを迅速に選択させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現する擬似生物装置であって、

この擬似生物装置の内部に、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、

前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、

前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、

を有する擬似生物装置において、

前記擬似生物装置の内部に設けられ、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値との類似度を計算し、

前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させる信頼性学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装置。

【請求項2】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現する擬似生物装置であって、

この擬似生物装置の内部に、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、

前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、

前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、

を有する擬似生物装置において、

前記擬似生物装置の内部に設けられ、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値との類似度を計算し、

前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報を実行する前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値、選択された前記連関情報の行動、この擬似生物の行動後の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、を一組とする連関情報を生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する目標外行動学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装置。

【請求項3】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現する擬似生物装置であって、

この擬似生物装置の内部に、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、

前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、

前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、

を有する擬似生物装置において、

前記外部状況入力手段によって被検出体が検出され、この被検出体が行動を行った場合に、この被検出体が行った前記行動と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から抽出された前記被検出体の外部パラメータ値と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から推定される前記被検出体の内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ記憶する他者行動学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装置。

【請求項4】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現する擬似生物装置であって、

この擬似生物装置の内部に、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保

持する内部状況保持手段と、
 前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この
 行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラ
 メータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ
 値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からな
 る一組の連関情報として、複数記憶する連関データベ
 ス手段と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応
 し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関
 データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索
 手段と、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力
 手段と、
 を有する擬似生物装置において、
 前記連関データベース手段に記憶された前記連関情報か
 ら、行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ
 値が略同一のパラメータ値を有する複数の前記連関情報
 を抽出し、
 抽出された前記連関情報のうち、遷移確率が抽出された
 他の前記連関情報よりも下回る前記連関情報の前記行動
 前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第1
 のパラメータ値とし、この他の前記連関情報の前記行動
 前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第2
 のパラメータ値とし、前記第1のパラメータ値と、前記
 第1のパラメータ値を前記第2のパラメータ値へと変化さ
 せる行動と、他の前記連関情報の行動後の前記外部パラ
 メータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報と
 して生成し、この生成された連関情報が前記連関データ
 ベース手段に記憶されていなければ記憶する状況調整行
 動学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装
 置。
 【請求項5】所望の動作パターンによって運動する擬似生
 物を実現する擬似生物装置であって、
 この擬似生物装置の内部に、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知
 する外部状況入力手段と、
 前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を
 内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、
 前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この
 行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラ
 メータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ
 値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からな
 る一組の連関情報として、複数記憶する連関データベ
 ス手段と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応
 し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関
 データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索
 手段と、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力
 手段と、を有する擬似生物装置において、

前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報の
 うち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の
 前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値
 と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ
 値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、を抽
 出し、
 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラ
 メータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、
 前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラ
 メータ値及び内部パラメータ値における前記快感情より
 も低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生
 物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前
 記第1の連関情報から前記第2の連関情報までの行動と、
 前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラ
 メータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報と
 して生成し、この生成された連関情報が前記連関データ
 ベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶
 する連鎖行動学習手段とを具備したことを特徴とする擬
 似生物装置。
 【請求項6】所望の動作パターンによって運動する擬似生
 物を実現する擬似生物装置であって、
 この擬似生物装置の内部に、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知
 する外部状況入力手段と、
 前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を
 内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、
 前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この
 行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラ
 メータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ
 値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からな
 る一組の連関情報として、複数記憶する連関データベ
 ス手段と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応
 し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関
 データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索
 手段と、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力
 手段とを有する擬似生物装置において、
 前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報の
 うち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の
 前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値
 と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ
 値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、この
 第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメー
 タ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記
 擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有
 する第3の連関情報とを抽出し、
 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラ
 メータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、
 前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラ

メータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報の行動及び第2の連関情報から第3の連関情報までの行動と、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装置。

【請求項7】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現する擬似生物装置であって、この擬似生物装置の内部に、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、前記動作パターンを、この擬似生物に行わせる行動、この行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、を有する擬似生物装置において、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報とを1連鎖とする n （ただし n は2以上の自然数）連鎖なる $(n+1)$ 個の前記連関情報を抽出し、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記 n 連鎖目の前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記 $(n+1)$ の連関情報までの $(n+1)$ 個の前記行動を、 $(n+1)$ 個の前記連関情報が並べられた順序で行う行動と、前記第 $(n+1)$ の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連

関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習手段とを具備したことを特徴とする擬似生物装置。

【請求項8】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算し、前記類似度が所定値以上である場合は、前記選択された連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、前記選択された連関情報の前記遷移確率を減少させる信頼性学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。

【請求項9】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算し、前記類似度が所定値未満である場合は、前記選択された連関情報を実行する前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記選択された連関情報の行動と、この擬似生物の行動後の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、を一組とする連関情報を生成し、この生成

された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ前記連関情報として記憶する目標外行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。

【請求項10】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、
前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、
前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、
前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、
前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、
前記外部状況入力手段によって被検出体が出検され、この被検出体が行った前記行動と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から抽出された前記被検出体の外部パラメータ値と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から推定される前記被検出体の内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ記憶する他者行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。

【請求項11】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、
前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、
前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、
前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、
前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、
前記連関データベース手段に記憶された前記連関情報から、行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値が略同一のパラメータ値を有する複数の前記連関情報を抽出し、
抽出された前記連関情報のうち、遷移確率が抽出された他の前記連関情報よりも下回る前記連関情報の前記行動前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第1のパラメータ値とし、この他の前記連関情報の前記行動

前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第2のパラメータ値とし、前記第1のパラメータ値を前記第2のパラメータ値へと変化させる行動と、他の前記連関情報の行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する状況調整行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。

10 【請求項12】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、
前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、
前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、
前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、
前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、
前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、を抽出し、
30 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報までの行動と、
前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。

40 【請求項13】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、
前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、
前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、
50

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、
 前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、この第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第3の連関情報とを抽出し、
 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感が、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報の行動及び第2の連関情報から第3の連関情報までの行動と、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。
 【請求項14】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、
 前記擬似生物の快感を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、
 前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報とを1連鎖とする n （ただし n は2以上の自然数）連鎖なる $(n+1)$ 個の前記連関情報を抽出し、

前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感が、前記 n 連鎖目の前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感よりも低いとき、
 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記 $(n+1)$ の連関情報までの $(n+1)$ 個の前記行動を、 $(n+1)$ 個の前記連関情報が並べられた順序で行う行動と、前記第 $(n+1)$ の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習工程とを有することを特徴とする擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法。
 【請求項15】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、
 前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、
 前記選択された連関情報に基づいて運動させ、選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させ、前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。
 【請求項16】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、
 前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応

し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、前記選択された連関情報に基づいて運動させ、選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させ、前記類似度が所定値未満である場合は、前記選択された連関情報が実行される前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記選択された連関情報の行動と、この擬似生物の行動後の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、を一組とする連関情報を生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていないならば前記連関情報として記憶させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項17】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、

前記選択された連関情報に基づいて運動させ、前記外部状況入力手段によって被検出体が出検され、この被検出体が行動を行った場合に、この被検出体が行った前記行動と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から抽出された前記被検出体の外部パラメータ値と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から推定される前記被検出体の内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていないならば記憶させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項18】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、前記選択された連関情報に基づいて運動させ、前記連関データベース手段に記憶された前記連関情報から、行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値が略同一のパラメータ値を有する複数の前記連関情報を抽出させ、

抽出された前記連関情報のうち、遷移確率が抽出された他の前記連関情報よりも下回る前記連関情報の前記行動前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第1のパラメータ値とし、この他の前記連関情報の前記行動前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第2のパラメータ値とし、前記第1のパラメータ値を前記第2のパラメータ値へと変化させる行動と、他の前記連関情報の行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていないならば連関情報として記憶させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項19】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、

前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、

前記選択された連関情報に基づいて運動させ、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、を抽出させ、

前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報までの行動と、前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていないならば連関情報として記憶

させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項20】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、

前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、

前記選択された連関情報に基づいて運動させ、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、この第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第3の連関情報とを抽出させ、

前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報の行動及び第2の連関情報から第3の連関情報までの行動と、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させて、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項21】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、

前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、

前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応

し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、

前記選択された連関情報に基づいて運動させ、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報とを1連鎖とする n (ただし n は2以上の自然数) 連鎖なる $(n+1)$ 個の前記連関情報を抽出させ、

10 前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記 n 連鎖目の前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、

前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記 $(n+1)$ の連関情報までの $(n+1)$ 個の前記行動を、 $(n+1)$ 個の前記連関情報が並べられた順序で行う行動と、前記第 $(n+1)$ の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

20 【請求項22】 所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、

30 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、

前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、

前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、

40 選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、
選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させる機能と、

前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。

50 【請求項23】 所望の動作パターンによって運動する擬似

生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、
 前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、
 選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、
 選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させる機能と、
 前記類似度が所定値未満である場合は、前記選択された連関情報が実行される前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記選択された連関情報の行動と、この擬似生物の行動後の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、を一組とする連関情報を生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。
 【請求項24】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、
 前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、
 選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、
 前記外部状況入力手段によって被検出体を検出され、この被検出体が行動を行った場合に、この被検出体が行った前記行動と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から抽出された前記被検出体の外部パラメータ値と、この行動前後に検知された前記外部パラメータ値から推定される前記被検出体の内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。

【請求項25】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、
 前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、
 選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、
 前記連関データベース手段に記憶された前記連関情報から、行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値が略同一のパラメータ値を有する複数の前記連関情報を抽出させ、
 抽出された前記連関情報のうち、遷移確率が抽出された他の前記連関情報寄りも下回る前記連関情報の前記行動前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第1のパラメータ値とし、この他の前記連関情報の前記行動前の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値を第2のパラメータ値とし、前記第1のパラメータ値を前記第2のパラメータ値へと変化させる行動と、他の前記連関情報の行動後の前記外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。
 【請求項26】所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、
 前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、
 前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、
 前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、
 選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、
 前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、を抽出させ、

前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報までの行動と、前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させて、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。

【請求項 27】 所望の動作パターンによって前記可動部を動作させて運動する擬似生物を動作させ、前記可動部を動作させるための前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有するコンピュータプログラムであって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報と、この第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第3の連関情報とを抽出させ、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記第2の連関情報の行動及び第2の連関情報から第3の連関情報までの行動と、前記第3の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させて、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。

【請求項 28】 所望の動作パターンによって運動する擬似

生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、前記擬似生物の快感情を少なくとも有する擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報と、この第1の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と略一致する、行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値を有する第2の連関情報とを1連鎖とする n (ただし n は2以上の自然数) 連鎖なる $(n+1)$ 個の前記連関情報を抽出させ、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情が、前記 n 連鎖目の前記第2の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値における前記快感情よりも低いとき、前記第1の連関情報の行動前の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、前記前記第1の連関情報から前記 $(n+1)$ の連関情報までの $(n+1)$ 個の前記行動を、 $(n+1)$ 個の前記連関情報が並べられた順序で行う行動と、前記第 $(n+1)$ の連関情報の行動後の前記擬似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値と、を一組の連関情報として生成させ、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶させる機能とを実現させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、擬似生物装置及び擬似生物装置における擬似生物の行動形成方法及び擬似生物の行動形成を行うプログラムを記載したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、コンピュータのディスプレイ画面上にキャラクタの登場するソフトウェアアプリケーションや、実体として存在するキャラクタ性のあるロボットが種々発売されている。

【0003】

パソコン用のソフトウェアアプリケーションとして実施された例としては、イルカのようなトリのようなキャラクタの登場する「TEO (呼称は「テオ」:

登録商標：富士通）」などが有名であり、また、自立したロボットとして実施された例としてはメタリックなデザインのイヌ型ロボット「AIBO（登録商標：ソニー）」などが有名である。また、外部のコンピュータから遠隔で制御される半自立型のロボットとして実施された例としてはフクロウのような顔を持つ車輪走行ロボット「R100（日本電気）」などが有名である。

【0004】これらのソフトウェアアプリケーションやロボットは、己が造形として与えられたキャラクタをあたかも生きているかのように行動させることを目指したシステムである。そのためシステムは、使用者からの入力情報に応じてキャラクタの感情表現や行動などの応答を出力するように作られている。

【0005】また、近頃では、それらソフトウェアアプリケーションやロボットの幾つかは、使用者の顔画像や音声波形などのパターン情報を認識する能力を有し、そのようなパターン認識結果を入力情報として応答できるように高度化されつつある。このようなシステムは、その演出しようとしているキャラクタ（必ずしも実在する生物ではない）に擬似的な生命を与えようとしている、いわゆる疑似生物システム（あるいは仮想生物システム）である。

【0006】疑似生物システムは、システムの実体たるコンピュータやロボットの周囲環境を、システムの使用が行う行動も含めて認識し、そのような周囲環境の認識結果に応じて変化する疑似生物内部の状態に応じて、所定の応答を返すような設計がなされている。例えば、使用者がかまってやると疑似生物は喜びを表現し、いじわるをすれば拗ねたり怒ったりする。このように感情や欲求のレベルでの対話性を備えた疑似生物は、実用的なタスクを実行させるための無味乾燥な対話性のみを有する、例えばワープロソフトや産業用ロボットと異なり、使用者に癒し効果をもたらす、生き物めいたところが使用者の興味や関心をかい、あるいはそのようなキャラクタ性のある精巧なロボットを使用者が個人で所有できることが嬉しいという理由から、老若男女を問わず広く受け入れられつつある。

【0007】ところで、このような疑似生物の行動を決定する方式には、これまで従来以下に示すような3通りの方式が実施されており、従来の疑似生物システムはこれらのいずれかによって動作を行っていた。

I、選択実行方式

II、小出し方式

III、強化学習方式

まず、Iは玩具として販売されている最も多くの疑似生物システムが採用している方式であり、システムに内蔵される記憶部に予め記憶されている複数の行動パターンの中から、システムに入力された信号に対応する行動の一つを選択して実行するという行動発現方式である。どのような信号が入力されたら、どのような行動をするべきか

は、予めシステムに組み込まれており、その入力（状況）と行動の対応関係（行動パターン）が生き物のような応答性をもたらすように作り込まれているというものである。

【0008】システムに入力された信号とは、システムの実体たるコンピュータやロボットに設けられた光センサや感圧センサからの信号であり、システムが備える光センサの前方を使用者が通過したり、システムが備える感圧センサを使用者が撫でたりした場合などに、所定の信号が入力されるようになっている。また、行動パターンとは、例えば使用者が光センサの前を通過した場合に、ソフトウェアアプリケーションであれば疑似生物が使用者に呼びかけたり、ロボットであればこのロボットが使用者に向かって歩き始めたり、使用者が感圧センサを撫でた場合に、疑似生物が音を発して吠えたりするといったことであり、行動のきっかけになる入力とそれに対して行われる疑似生物の行動を組にしたものである。

【0009】しかしながら、このようなIでは、ある入力された信号に対する特定の行動パターンを選択し、この選択された行動パターンを疑似生物に実行させるため、状況が同じなら毎回同じ行動を繰り返すことになってしまう。そのため、使うほどに使用者が疑似生物の行動パターンを覚え、時として次に行う行動を予測できたり、疑似生物に対して興味が薄れ飽きてしまったり、生物らしく感じられず不愉快になったりする等の問題があった。さらに、疑似生物はある状況に対して決まった行動を起こすようにしかプログラムされておらず、その行動の結果どのような状況に至るのかということには全く感知せず、極めて刹那的に反応することしかできないという問題点もあった。

【0010】なお、Iの発展型として、ある入力信号に対する特定の行動パターンを一つに限定せず複数用意しておき、乱数によりその場で一つに決定するという方式もあるが、予め用意されている、限られた選択肢の中で、その結果を考慮することなく行動することに変わりはないため、上記の問題が発生することに変わりはない。

【0011】次に、IIは言葉を発する疑似生物「ファービー（登録商標：タイガーエレクトロニクスリミテッド）」などの言葉を発する疑似生物システムが採用している方式であり、システムに内蔵される記憶部に予め記憶されている複数の行動パターンの中から、システムに入力された信号に対応する行動パターンを選択して実行する点はIと同様である。

【0012】しかしながら、ここで記憶されている行動パターンには、その発現時期を示す時間的な情報や入力量の情報が付加されており、システムが初めて起動されてからの経過時間や与えられた入力の量と共に選択される行動パターンが随時変化するという行動発現方式である。例えば起動から100時間までは、システムに入力される

信号に対して発現可能な行動パターンはA、B、Cの3種類であり、このうちのいずれかが入力信号に応じて実行され、また100～1000時間までの行動パターンはC～Jの8種類があり、このうちのいずれかが実行され、また1000時間以上では行動パターンC、F、G、J～Zがあり、このうちのいずれかが実行されるというものである。こうすることにより、疑似生物は時間の経過やかまってもらった量に応じて行動パターンを変える、すなわち使用者からは成長するように見えるのである。

【0013】しかしながら、IIは経過時間や入力量に応じて選択可能な行動パターンが変化する点はIと相違するが、予め用意されている、限られた選択肢の中で、その結果を考慮することなく行動する点はIと全く同一である。そのため、IIにもIと同一の問題があった。

【0014】次に、IIIは疑似生物に個性を持たせたり、行動をより洗練させたりするために採用している学習性を備えた方式であり、システムに内蔵される記憶部に予め記憶されている複数の行動パタンのそれぞれに発現頻度のパラメータが付加されており、この発現頻度の大きい行動パターンほど、それが対応している状況においてよく選択されるという行動発現方式である。

【0015】このとき、一つの入力された信号に対して選択可能な複数の行動パターンがあり、この複数の行動パターンの中から選択された行動を行った時、使用者がどのような反応をするかによってその行動の発現頻度が変化する。

【0016】例えば、行動後に使用者が疑似生物を叩くという反応（感圧センサへの入力が短時間で大きかった場合）をした場合には、今行った行動に対して疑似生物は「叱られた」と判断し、この行動の発現頻度を低下させる。一方、使用者が疑似生物を撫でるという反応（感圧センサへの入力が長時間で小さかった場合）をした場合には、今行った行動に対して疑似生物は「誉められた」と判断し、この行動の発現頻度を上昇させる。

【0017】このように、疑似生物がとった行動に対して、使用者が誉めたり叱ったりすることで、使用者はイヌやネコと付き合う場合と同様の自然な方法で人工の生命たる疑似生物に良い行動と悪い行動を教えることができる。このように、結果に対して良いか悪いかという評価だけを与えて行う学習を強化学習という。行動の発現頻度を増減させる強化学習により、初めのうちは誉められる行動も叱られる行動も関係なく実行していた疑似生物が、学習が進むにつれて誉められる行動のみを行い、叱られる行動をしなくなっていく。そして、このような行動パタンの選択性は、使用者がどのように触れたかによって疑似生物毎に異なるので、疑似生物の個性を作り出すことができるのである。

【0018】しかしながら、強化学習により疑似生物の個性は形成されるものの、やはり予め用意された、限られた選択肢の中からしか行動を選べないことに変わりは

なく、その制約のもとで学習が頂点に達した時点には、発現頻度の高いお馴染みの行動しか現れなくなるため、使用者に飽きられてしまうという問題が発生する点はI、IIと同一である。

【0019】以上述べた様なI～IIIは、疑似生物が行動するときに、その状況に適したものとして予め設定（記憶）された限られた行動パターンから一つが選択されるのであり、時間の経過と共に使用者は疑似生物の行動パターンを予測できるようになって疑似生物への興味を失ったり、また疑似生物の反応が単一となっていくことから所詮玩具の範疇であると考えて使用しなくなったりする等の問題があった。

【0020】また、個性付けができるといっても、選択された動作は記憶された行動パタンのうちのいずれか一つであることを考えれば、選択範囲が大きい小さいだけで決められる個性付けということであって、予め設定されている範疇を超えて疑似生物が行動パターンを増やしたり、予め設定されている範疇を超えた状況で行動したりということがなく、その個性付けや成長の様は使用者にとっては満足がいかない場合もあった。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の疑似生物は、実行される行動パターンが予め記憶された中から選択されるため、使用者が疑似生物を使用するにつれ疑似生物の行動が予測可能になり、興味が薄れるといった問題があった。

【0022】そこで本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、行動パターンを時間の経過と共に自律的に増加させて、使用者が継続して疑似生物を使用し得る疑似生物システム及び疑似生物装置における疑似生物の行動形成方法及び疑似生物の行動形成を行うプログラムを記載したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体の提供を目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の疑似生物装置は、所望の動作パターンによって運動する疑似生物を実現する疑似生物装置であって、この疑似生物装置の内部に、前記疑似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する外部状況入力手段と、前記疑似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する内部状況保持手段と、前記動作パターンを、この疑似生物に行わせる行動、この行動前の前記疑似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動後の前記疑似生物の外部パラメータ値及び内部パラメータ値、この行動の遷移確率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この疑似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、

を有する擬似生物装置において、前記擬似生物装置の内部に設けられ、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値との類似度を計算し、前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させる信頼性学習手段とから構成される。

【0024】また、本発明の行動形成方法は、所望の動作パターンによって運動する擬似生物を実現し、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置であって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知する工程と、前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持する工程と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索工程と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる行動出力工程と、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算する類似度し、前記類似度が所定値以上である場合は、前記選択された連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、前記選択された連関情報の前記遷移確率を減少させる信頼性学習工程とを有することを特徴とする。

【0025】また、本発明の記憶媒体は、所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置に行動形成を行わせるプログラムをコンピュータ読み取り可能なように記憶させた記憶媒体であって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させ、前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させ、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させ、前記選択された連関情報に基づいて運動させ、選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させ、前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させることを特徴とする。

【0026】また、本発明のコンピュータプログラムは、所望の動作パターンによって運動する擬似生物を動作させ、前記動作パターンを複数のパラメータからなる連関情報として記憶する連関データベース手段を有する擬似生物装置を動作させるコンピュータプログラムであって、前記擬似生物周囲の状況を外部パラメータ値として検知させる機能と、前記擬似生物の擬似的感情を内部パラメータ値として保持させる機能と、前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値に対応し、この擬似生物に行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択させる機能と、選択された前記連関情報に基づいて運動させる機能と、選択された前記連関情報が実行された後で検知された前記外部パラメータ値及び保持された前記内部パラメータ値と、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ値及び前記内部パラメータ値と、の類似度を計算させる機能と、前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値未満である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させる機能とを有する。

【0027】また、本発明のロボットは、所望の動作パターンによって運動するロボットであって、このロボットの内部に、前記ロボット周囲の状況を外部パラメータとして検知する外部状況入力手段と、前記ロボットの擬似的感情を内部パラメータとして保持する内部状況保持手段と、前記動作パターンを、このロボットに行わせる行動、この行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動の成功率、からなる一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ及び前記内部パラメータに対応し、このロボットに行わせる前記動作パターンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、を有する擬似生物装置において、前記ロボットの内部に設けられ、選択された前記連関情報を実行した後に検知された前記外部パラメータ及び保持された前記内部パラメータと、選択された前記連関情報の前記外部パラメータ及び前記内部パラメータとの類似度を計算する信頼性（類似性）計算手段と、前記ロボットの内部に設けられ、前記類似度が所定値以上である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を増加させて、前記類似度が所定値以下である場合は、選択された前記連関情報の前記遷移確率を減少させ、かつ選択された前記連関情報を実行する前の前記外部パラメータ及び内部パラメータ、選択された前記連関情報の行動、このロボットの行動後の前記外部パラメータ及び前記内部パラメータと、この行動の遷移確率と、を一組とする連関情報を生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として

記憶する目標外行動学習手段とを具備する。

【0028】また、本発明のロボットは、所望の動作ボタンによって運動するロボットであって、このロボットの内部に、前記ロボット周囲の状況を外部パラメータとして検知する外部状況入力手段と、前記ロボットの擬似的感情を内部パラメータとして保持する内部状況保持手段と、このロボットに行わせる動作ボタンを、このロボットに行わせる行動、この行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、を有する一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ及び前記内部パラメータに対応し、このロボットに行わせる前記動作ボタンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、を有する擬似生物装置において、前記外部状況入力手段によって被検出体が発見され、この被検出体が発見を行った場合に、この被検出体が行った前記行動と、この行動前後に検知された前記外部パラメータと、この行動前後の前記被検出体の状態から予測される前記被検出体の感情をパラメータとする前記内部パラメータと、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ記憶する他者行動学習手段とを具備する。

【0029】また、本発明のロボットは、所望の動作ボタンによって運動するロボットであって、このロボットの内部に、前記ロボット周囲の状況を外部パラメータとして検知する外部状況入力手段と、前記ロボットの擬似的感情を内部パラメータとして保持する内部状況保持手段と、このロボットに行わせる動作ボタンを、このロボットに行わせる行動、この行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、を有する一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ及び前記内部パラメータに対応し、このロボットに行わせる前記動作ボタンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、を有する擬似生物装置において、前記連関データベース手段に記憶された前記連関情報から同一の行動を有する前記連関情報を抽出し、抽出された前記連関情報のうち、前記行動後の前記内部パラメータが前記行動前の前記内部パラメータよりも増加して前記擬似的感情が好転される連関情報と、減少して悪転される連関情報とを比較し、好転される前記連関情報だけに含まれる前記外部もしくは前記内部パラメータを悪転される前記連関情報に追加し、悪転される前記連関情報だけに含まれる前記外部もしくは前記内部パラメータを悪転される前記連関情報から削除し、この外部及び内部パラメータの追加及び削除がなされた前記連関情報が前記連

関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する状況調整行動学習手段とを具備する。

【0030】また、本発明のロボットは、所望の動作ボタンによって運動するロボットであって、このロボットの内部に、前記ロボット周囲の状況を外部パラメータとして検知する外部状況入力手段と、前記ロボットの擬似的感情を内部パラメータとして保持する内部状況保持手段と、このロボットに行わせる動作ボタンを、このロボットに行わせる行動、この行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータ、この行動の成功確率、を一組の連関情報として、複数記憶する連関データベース手段と、前記外部パラメータ及び前記内部パラメータに対応し、このロボットに行わせる前記動作ボタンを前記連関データベース手段の前記連関情報から選択する行動検索手段と、前記選択された連関情報に基づいて運動させる行動出力手段と、を有する擬似生物装置において、前記連関データベース手段に記憶される前記連関情報のうち、第1の連関情報の行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータと、第2の連関情報の行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータとが略一致する前記第1及び第2の連関情報を抽出し、前記第1の連関情報の行動前の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータと、前記第1の連関情報の行動と、前記第2の連関情報の行動と、前記第2の連関情報の行動後の前記ロボットの外部パラメータ及び内部パラメータと、を一組の連関情報として生成し、この生成された連関情報が前記連関データベース手段に記憶されていなければ連関情報として記憶する連鎖行動学習手段とを具備する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0032】本発明の疑似生物装置が提供する疑似生物は、その外形として擬人的もしくは擬生物的な形態を有しており、例えば動物の形状であればハムスター、ネコ、サル、イヌ、ウサギ、オウム、クマ、クジラ等を模したものであり、植物であればヒマワリ、カエデ、スウィートバジル等を模したものである。

【0033】また、そのため、本発明の疑似生物装置は、その実施の形態として、疑似生物の姿形を表示可能なコンピュータ（電子機器）であったり、疑似生物を象ったロボットであったりする。

【0034】図1乃至図4は本発明に係る疑似生物システムをロボットにて実施した第1の実施形態を示すものである。

【0035】図1はイヌ形状のロボットの斜視図である。

【0036】ロボット1の外形は略イヌであり、複数の可動部と本体とからなる。可動部は、頭部2、右腕部3、

左腕部4、右足部5、左足部6、しっぽ7からなる。本体は、胴体部8である。また胴体部8には、頭部2、右腕部3、左腕部4、右足部5、左足部6、しっぽ7が関節を介して接続され、胴体部8に対して運動可能である。この関節には、駆動力を発生するモータ、モータの駆動力が伝達されて駆動された各部の時々刻々の姿勢（関節角度）を検知する角度センサ、が設けられる。

【0037】また、頭部2には、目に該当する個所に発光色の異なる点滅可能なLED9や撮像カメラ10や赤外線式距離センサ11、耳に該当する個所にはマイク12、口に該当する部分にはスピーカ13、額に該当する個所には感圧センサ14、がそれぞれ設けられる。なお、口に該当する個所と耳に該当する個所は所定方向に運動可能である。

【0038】また、右腕部3、左腕部4、右足部5、左足部6、しっぽ7、胴体部8にもそれぞれ感圧センサ14が設けられる。

【0039】次に、図2はロボットのブロック構成図である。

【0040】胴体部8には、制御部15が内蔵される。制御部15は、CPU16と、ROMとRAMからなるメモリ17とからなる。CPU16は、各可動部に設けられた各種センサ（撮像カメラ10、赤外線式距離センサ11、マイク12、スピーカ13、感圧センサ14、角度センサ）からの信号を受け取り、また各関節のモータを駆動させるための信号を出力できるように接続されている。

【0041】次に、本発明の機能を図3の本発明の機能を説明するためのブロック線図を用いて説明する。

【0042】このロボットの機能を「行動発現能力」、「行動形成能力」の2点について説明する。

・行動発現能力

行動発現能力を機能させるための構成は、状況入力部21、連関データベース部22、行動検索部23、行動出力部24である。

【0043】状況入力部21は、各種センサ（ロボット1の各可動部、本体に設けられた撮像カメラ10、赤外線式距離センサ11、マイク12、感圧センサ14、各関節の角度センサ）、各種センサからの信号を受け取り処理するCPU16、信号およびその処理結果を記憶保持しておくメモリ17の一部により実現される。すなわち、各種センサからの信号を認識する処理がCPU16により実行される。

【0044】また、連関データベース部22は、メモリ17の一部を使って実現される。

【0045】また、行動検索部23は、CPU16により実現される。

【0046】また、行動出力部24は、各種出力デバイス（LED9、スピーカ13、各関節のモータ）、各種出力デバイスを制御するCPU16、その制御のための情報を記憶するメモリ17の一部により実現される。すなわち、ロボットの動作や表情表出を各種出力デバイスを介して出力す

る処理がCPU16により実行される。

【0047】まず、状況入力部21は、ロボット1内外の状況データを得る。この状況データはM（Mは自然数）個のパラメータ値を有し、このM個のパラメータはロボット1の外界から得られる情報に関する外部状態パラメータ（外部パラメータ値）と、ロボット1の内部の状態を示す内部状態パラメータ（内部パラメータ値）とから成っている。

【0048】外部状態パラメータは、撮像カメラ10、静電容量式距離センサ11、マイク12、感圧センサ14によって検知され、被検出体の存在、被検出体の感情状態や行動、被検出体もしくはロボット1自体の行動に対する結果、ロボット1が検知した周囲の環境の状態である。例えば、被検出体とは人間などであり、被検出体の感情状態とは人間の喜怒哀楽などであり、被検出体の行動とは人間が走る行動であり、また行動に対する結果とは人間が走った時に何かにぶつかったという状態であり、また環境の状態とはロボット1の周囲のどの方向に何人の人間が存在するか、といったことである。

【0049】内部状態パラメータは、外部状態パラメータ及び経過時間の影響を受けて状況入力部21内部で形成されるロボット1独自の擬似的感情や欲求、被検出体に対するロボット1の好悪判断結果、ロボット1が行った行動、ロボット1が行動中か否かである。例えば、欲求とは時間の経過と共に発生する空腹感等の欲求であり、また擬似的感情とは空腹感を有した時に感じるイライラする感情であり、また行動とは被検出体が人間であると判断した時に近づく行動であり、また行動中であるか否かとは被検出体を検知した後被検出体に近付いているか否かであり、また被検出体が人間であった場合被検出体に近接して頭部2を撫でられた（感圧センサ14が検知する押圧力が小さく長い時間接触あり）時にロボット1に生成させる満足感なる感情と撫でた人間の顔の記憶、といったことも含む。

【0050】このような外部状態パラメータ及び内部状態パラメータは、ロボットが扱うことのできる事象や事物や行動などを識別するためのID番号等の記号データと、ロボットの擬似的感情や欲求の強度値を表す数値データで示される。

【0051】記号データについては、以下の表1のとおりである。

【表1】

ID 番号	内容
0001	使用者 1
0002	歩く
0003	吠える
0004	見回す
0005	雨が降っている
0006	二人
0007	しっぽを振る
0008	テレビ
0009	見知らぬ人
0010	物音
0011	待つ
...	...
Nnnn	(未登録)

表 1

また、数値データとしては、以下の表2のとおりである。強度値の範囲は例えば0～255の256段階とする。

【表 2】

擬似的感情/欲求	強度値 (0-255)
喜び	156
怒り	50
哀しさ	23
寂しさ	48
楽しさ	200
恐れ	12
空腹感	120
好感	185
...	...
Nnnn	(未登録)

表 2

数値データを記載するパラメータがK個 ($K \leq M$) あった場合には、これらのパラメータはひとまとめにしてK個のスカラー量から成る一本のK次元ベクトルとして扱うことが可能である。さらに、数値データの各パラメータには各々その重要度に応じた重みが予め定義されており、各パラメータ値は所定の重み係数を乗じられた後にベクトルとしてまとめられ、さらにそのベクトルの長さ(ノルム)を1に正規化される。この正規化されて生成されたベクトルを状況ベクトルと定義すると、この状況ベクトルの向きによって数値データが示している状況の特徴を表すことができる。

【0052】この状況データたるM個のパラメータと、そのうちのK個の数値データから生成される一本の状況ベクトルとから構成されるデータを状況情報と呼ぶことにする。

【0053】この状況情報は、所定期間Tで定期的に検知形成され、メモリ17内に設けられたリングバッファに最新のL周期分、すなわち期間 ($T \times L$) 相当分が記憶されていく。すなわち、新たな状況情報が検知形成されると、リングバッファの最も古い状況情報が破棄されて、

最新のものに置き換えられる。このリングバッファに蓄積されている最新L周期分の状況情報の羅列を状況情報列と呼ぶことにする。

【0054】また、後述するロボットの行動形成のために、状況入力部21には、状況情報列を記憶するリングバッファが3つ用意されている。

【0055】1つめは、状況入力部21による定期的な状況情報の形成に伴って更新される最新の状況情報列を記憶しておくためのリングバッファ1である。2つめは、ロボットの行動開始直前までの状況情報を記憶しておくためのリングバッファ2である。そして、3つめは、ロボットの行動完了直後からの状況情報を記憶しておくためのリングバッファ3である。

【0056】リングバッファ1は、ロボット内外の現在の状況を表すものである。また、リングバッファ2は、ロボットが行動を開始した時点でリングバッファ1の全内容を複製したものであり、後述する行動前実際の状況Jicはこのリングバッファ2の内容として読み出される。そして、リングバッファ3は、ロボットが行動を完了した時点からL周期分の状況情報をリングバッファ1の更新に伴って写し取ったものであり、後述する行動後の実際の状況Jdcはこのリングバッファ3の内容として読み出される。つまり、リングバッファ2と3は、行動の前後の状況を記憶しておくためのバッファであり、ロボットは、自己の行動の前後が実際にどのような状況であったかをここから読み出して利用することができる。

【0057】連関データベース部22には、連関情報R(後述)が記憶されている。連関データベース部22はメモリ17の一部を使用して形成されており、メモリ17には、この他に、各種センサからの信号によって使用者や机等の事象や事物をロボットが認識するためのパタン辞書情報、ロボットの行動(動作や表情表出)に必要な身体制御情報と出力用音データ、状況入力部21により形成される外部状態パラメータと内部状態パラメータから形成される状況情報列を保持するためのリングバッファ1～3、その他ロボットを動作させたり学習させたりするための各種暫定的あるいは恒久的情報が記憶されている。

【0058】連関情報Rとは、ある状況Jiから他の状況Jdへと状況を変化させる行動Acが存在するとき ($Ji + Ac \rightarrow Jd$ と記述)、Jiを表す状況情報列と、Jdを表す状況情報列と、Acを表す一つの行動情報とを1組とする情報から構成されたものであり、 $R = [Ji, Ac, Jd]$ と記述される。連関情報が擁する状況JiやJdは、各々の状況下において状況入力部21が観測するであろうL周期分の状況情報の羅列(状況情報列)であり、このような状況情報列が観測されたらそれはJiやJdであるということを示す見本データである。

【0059】このときのJiを初期状況、Jdを目的状況、JiからJdへの遷移を起こす行動Acを状況遷移行動と呼ぶ

ことにする。状況遷移行動Acは、上述の表1に例示した単位動作（行動素片）を識別するためのID情報（例えば表1の0002「歩く」）と、このID情報で識別される行動の単位動作（行動素片）を実行するタイミング情報（例えば0秒後）と、必要に応じて付加される行動の対象（例えば表1の0001「使用者」）などを表す動作パラメータ情報とから成る行動素片情報の一つ以上含んだリストとして構成される。例えば、連関情報とは下記のようなものである。

【0060】連関情報R0001:

初期状況Ji = 「使用者が側にいなくて寂しい」

(寂しさ=221)

状況遷移行動Ac = 「その場で使用者を探す」(行動素片ID=0004+0秒後)

目的状況Jd = 「使用者を見つけて嬉しい」(被検出体ID=0001、喜び=255)

連関情報R0002:

初期状況Ji = 「見知らぬ人がいて怖い」(被検出体ID=0009、恐れ=194)

状況遷移行動Ac = 「その人に吠える」(行動素片ID=0003+対象ID=0009+0秒後)

目的状況Jd = 「見知らぬ人がいなくなって安心」(恐れ=25)

連関情報R0003:

初期状況Ji = 「使用者が側にいなくて寂しい」(寂しさ=221)

状況遷移行動Ac = 「吠える」(行動素片ID=0003+0秒後)

目的状況Jd = 「使用者がやってきて嬉しい」(被検出体ID=0001、喜び=255)

連関情報R0004:

初期状況Ji = 「声が聞こえる」(被検出体ID=0010+方位=40°)

状況遷移行動Ac = 「そこへ向かいながら声の主を探す」(行動素片ID=0002+方位=40°+0秒後)(行動素片ID=0004+0秒後)

目的状況Jd = 「声の主(使用者)を見つけて嬉しい」(被検出体ID=0001、喜び=255)

また、状況遷移行動Acは、歩く、吠える、見回す等の単位動作を指示する行動素片情報の一つ以上含んでおり、この行動素片情報が複数個、例えば「歩きながら声の主を探す(行動素片情報は、歩く、声の主を探すの2つ)」というようなものであっても構わない。さらに、状況Jiによっては何もせず待つだけで自動的に状況Jdに至ることもあり、対象を特定しない行動素片「待つ」を1つだけ持つ行動情報Acは結果として何もしないという行動を表す。

【0061】次に、行動検索部23は、状況入力部21から出力された現在の状況Jicと、連関データベース部22に記憶された連関情報R= [Ji, Ac, Jd] の初期状況Jiとを比

較する。

【0062】比較は、現在状況Jicと初期状況Jiとから計算されるスコア情報Scを求めることで行う。現在状況Jicに対する連関情報Rのスコア情報Sc(Jic, R)は、状況適合度A(Jic, R)、状況改善効果E(R)、遷移確率S(R)、実行容易度W(R)の4つのパラメータを有し、 $Sc(Jic, R) = [A(Jic, R), E(R), S(R), W(R)]$ のように表す。複数の連関情報Rの中からスコア情報Sc(Jic, R) = [A(Jic, R), E(R), S(R), W(R)] に基づいて一つの解連関情報が抽出される。

10 【0063】ここで、4つのパラメータA(Jic, R), E(R), S(R), W(R)の算出方法について説明する。

(1) 状況適合度A(Jic, R)

2つの状況JaとJbの類似性を評価する尺度として状況類似度Sj(Ja, Jb)を定義する。状況JaとJbの状況類似度Sj(Ja, Jb)は、JaとJbのそれぞれが持つ(M-K)×L個の記号データの類似度Sk(Ja, Jb)と、JaとJbのそれぞれが持つ(K×L)個の数値データの類似度Sv(Ja, Jb)の積、すなわち $Sj(Ja, Jb) = Sk(Ja, Jb) \times Sv(Ja, Jb)$ として計算される。

20 【0064】記号データ情報の類似度Sk(Ja, Jb)は、JaとJbが各々擁している各時刻(M-K)個でL周期分の記号データがお互いに一致する個数を((M-K)×L)で正規化した値として計算される。このSk(Ja, Jb)の値の範囲は{Sk(Ja, Jb): 0 ≤ Sk(Ja, Jb) ≤ 1} である。このとき、Sk(Ja, Jb)が1に近いほど2つの状況JaとJbの記号データは一致しており、逆に0に近いほど相違している。

30 【0065】また数値データの類似度Sv(Ja, Jb)は、JaとJbが各々擁している各時刻の状況ベクトルVaとVbの内積{Ip=(Va・Vb): -1 ≤ Ip ≤ 1}をL周期分平均した値として求められる。状況ベクトルを構成する数値データの値は0以上なので、全ての状況ベクトルは必ずK次元超空間の第1象限にあり、そのような2つの状況ベクトルVaとVbの成す角は0度から90度までである。したがって、実際にはVaとVbの内積値の範囲は{Ip=(Va・Vb): 0 ≤ Ip ≤ 1}であり、そのL周期分を平均して求められるSv(Ja, Jb)の値の範囲も{Sv(Ja, Jb): 0 ≤ Sv(Ja, Jb) ≤ 1}となる。このSv(Ja, Jb)が1(すなわち成す角0度で完全に一致)に近いほど2つの状況JaとJbの数値データは一致しており、逆に0(すなわち成す角90度で完全に直交)に近いほど相違しているということになる。

40 【0066】状況類似度Sj(Ja, Jb)は、Sk(Ja, Jb)×Sv(Ja, Jb)として求められる。状況類似度Sj(Ja, Jb)の値の範囲は、{Sj(Ja, Jb): 0 ≤ Sj(Ja, Jb) ≤ 1} であり、このSj(Ja, Jb)が1に近いほど2つの状況JaとJbは記号面でも数値面でも一致しており、逆に0に近いほど相違している。

50 【0067】ここで、遷移前の実際の状況Jicと連関情報R= [Ji, Ac, Jd] の初期状況Jiとの間の状況類似度Sj(Jic, Ji)を状況適合度A(Jic, R)と定義する。このA(Jic, R)が所定閾値以上あれば、現在状況Jicは連関情報Rの初

期状況Jiによく似ており、この状況JicにおいてRの指示する行動Acを行うことにより、Rが示している目的状況Jdに至れる可能性があることになる。なお、遷移後の実際の状況Jdcと連関情報R= [Ji, Ac, Jd] の目的状況Jdとの間の状況類似度Sj (Jdc, Jd)を遷移達成度B (Jdc, R)と呼ぶことにする。これは、遷移後の実際の状況Jdcが、目的とした状況Jdにどれだけ一致しているか、すなわち目的の遷移がどれだけよく達成されたのかを計る尺度である。このB (Jdc, R)が所定閾値以上あれば、遷移後の状況Jdcは連関情報Rの目的状況Jdによく似ており、Rの指示する行動Acを行うことにより、Rが示している目的状況Jdに至れた、すなわち遷移が成功したということになる。

(2) 状況改善効果E (R)

ある連関情報R= [Ji, Ac, Jd] に関する状況改善効果E (R)は、Rが示す状況遷移行動Acの前後 (JiとJd)でロボット1の快感強度Cがどのように変化するかを求めたものである。この快感強度Cは、内部状態パラメータ中の擬似的感情と欲求とから求められたロボットの快感を示すパラメータであり、状況Jに対してC (J)のように記述される。

【0068】ロボット1の快感は、外界に存在する被検出体に対する好悪判断結果や欲求充足状況に応じて変化する。例えば、ロボットが好きな物や好きな相手を発見した場合、好きな相手と協調したり嫌いな相手に逆らったりした場合、欲求充足可能な対象を検知した後に実際に欲求が充足された場合、快感強度Cの値を上昇させる。この時のCの上限は1とする。また、その逆の状況で、ロボットが嫌いな物や嫌いな相手を発見した場合、好きな相手と協調できなかったり嫌いな相手に利してしまったりした場合、欲求充足可能な対象を検知した後で充足前にその対象が消失してしまったりした場合、快感強度Cの値を低下させる。この時のCの下限は-1とする。

【0069】このように快感強度C (J)は、ロボット1にとっての状況Jの好ましさを評価する尺度として機能する。そして連関情報R= [Ji, Ac, Jd] の目的状況Jdと初期状況Jiにおける快感強度C (Jd)とC (Ji)との差 {E (R) = C (Jd) - C (Ji) : -2 ≤ E (R) ≤ 2} が正に大きいほど、状況の好ましさが状況遷移行動Acによって大きく改善されることを表している。

(3) 遷移確率S (R)

ある連関情報R= [Ji, Ac, Jd] に関する遷移確率S (R)は、その連関情報R= [Ji, Ac, Jd] がどのくらいの確率で正しいか (成立するか) を表したものである。これは外界における不確定要素のために、連関情報Rに記述された状況遷移行動Acを初期状況Jiにおいて実行しても確実に目的状況Jdに到達できるかどうか分からないからである。状況遷移行動Acを行って目的状況Jdに達した時は、遷移が成功した (連関情報が成立した)、つまりこの連関情

報Rは実際に起こる遷移 (Ji+Ac→Jd) を正しく示していたということになる。

【0070】遷移確率S (R)は、{S (R) : 0 ≤ S (R) ≤ 1} の値の範囲で連関情報ごとに計算される。連関情報Rに関する遷移確率S (R)と記述され、その連関情報Rの実行回数Nt (R)と実際にその遷移が成功した回数Ns (R)との商S (R) = Ns (R) / Nt (R)として計算される。ただし、連関情報Rがまだ一度も実行されていない初期状態ではNt (R) = 0、Ns (R) = 0なので商Ns (R) / Nt (R)を定義できない。この場合の遷移確率はS (R) = 0であるとする。連関情報Rに関するNt (R)、Ns (R)、S (R)をまとめて遷移確率情報Si (R) = [Ns (R), Nt (R), S (R)] として表す。

(4) 実行容易度W (R)

ある連関情報R= [Ji, Ac, Jd] に関する実行容易度W (R)は、連関情報Rが指示する行動Acの実行に係るコストがどれくらい低いか、すなわち行動Acがどれだけ実行しやすいかを計る尺度である。実行容易度W (R)は、行動Acを構成する行動素片の数 (最低でも1個) の逆数 {U (Ac) : 0 ≤ U (Ac) ≤ 1} として計算される。ここで、U (Ac)を行動Acの省力指数と呼び、行動Acが少ない動作で完了するほど大きくなる。実行容易度W (R)の値の範囲は {W (R) : 0 < W (R) ≤ 1} であり、W (R)が大きいほど行動Acは少ない動作で完了する簡単な行動であることを表している。

【0071】このような(1)～(4)を求めた上で、一つの解連関情報Rを抽出する。具体的には、状況適合度A (R)が所定閾値以上あり、かつ状況改善効果E (R)と遷移確率S (R)と実行容易度W (R)の積、すなわち状況改善期待度 {Ep (R) = E (R) × S (R) × W (R) : -2 ≤ Ep (R) ≤ 2} が所定閾値以上かつ最大となるものが選択される。つまり選択された解連関情報は、現在の状況Jiに対してロボットが知っている適用可能な (状況適合度Aが所定閾値以上) 行動のうち、少ない労力で状況が改善される最も良さそうな (状況改善期待度Epが所定閾値以上で最大となる) 行動である。

【0072】次に、行動出力部24は、行動検索部23にて選択された解連関情報に基づいて、所定のタイミングで行動素片情報の内容を実行する。

【0073】例えば、ロボットが室内にひとりで居て寂しかったとする (状況Jic)。上述したスコア情報Scを計算し、この状況Jicに類似する初期状況を持つ連関情報 (候補連関情報) を連関データベース部22から抽出する。抽出された連関情報が、例えば、下記の3つあったとする。

【0074】連関情報R1=

Ji1: 使用者が側にいなくて寂しい

Ac1: あたりを見回して使用者を探す

Jd1: 使用者が見つかって嬉しい

(Ep (R1) = E (R1) × S (R1) × W (R1) = 1.0 × 0.3 × 0.8 = 0.24)

連関情報R2=

Ji2: 使用者が側にいなくて寂しい

Ac2:吠える

Jd2:使用者がやってきて嬉しい]

($E_p(R2) = E(R2) \times S(R2) \times W(R2) = 1.0 \times 0.5 \times 1.0 = 0.5$)

連関情報R3=

[Ji3:使用者が側にいなくて寂しい

Ac3:歩きながら使用者を探す

Jd3:使用者が見つかって嬉しい]

($E_p(R3) = E(R3) \times S(R3) \times W(R3) = 1.0 \times 0.7 \times 0.5 = 0.35$)

このとき、状況改善期待度 E_p の閾値が0.1であったとすると、この中から閾値を越え最大の状況改善期待度 $E_p = 0.5$ を持つ連関情報R2が状況Jicを最も改善する解連関情報として選択される。

【0075】ロボットは選択された解連関情報R2に従って、スピーカ13から吠え声を出力しながら各可動部のモータを動かして吠える身体動作を行う。

・行動形成能力

行動形成能力を機能させるための構成は、信頼性学習部25、目標外行動学習部26、他者行動学習部27、状況調整行動学習部28、連鎖行動学習部29である。

【0076】信頼性学習部25、目標外行動学習部26、他者行動学習部27、状況調整行動学習部28、連鎖行動学習部29は、専ら制御部15内のCPU16とメモリ17の一部により実現される。すなわち、これらの構成要素が行う処理はCPU16により実行される。

【0077】この行動形成能力には、更に以下の4つの能力がある。

1. 行動探索能力
2. 行動複製能力
3. 状況調整能力
4. 行動計画能力

上述の各能力は、1に対して信頼性学習部25と目標外行動学習部26、2に対して他者行動学習部27、3に対して状況調整行動学習部28、4に対して連鎖行動学習部29がそれぞれ対応して動作を行う。

【0078】まず、各能力について説明する。

(行動探索能力) 行動探索能力は、前述した行動探索部23と後述する信頼性学習部25と目標外行動学習部26によって実行される。

【0079】ある状況Jicに遭遇したロボットが、その状況において適用可能(状況適合度Aが所定閾値以上)で、かつ、少ない労力で状況改善効果を期待できる(状況改善期待度 E_p が所定閾値以上)行動(連関情報)をその連関データベース部22に一つも記憶していなかったとすると、行動探索部23は解連関情報を選択することができない。なぜなら、連関データベース部22には、状況Jicにおいて適用可能であっても状況を少ない労力で改善できる見込みの少ない(状況改善期待度 E_p が所定閾値未満)行動か、状況Jicにおいて適用可能でない(状況適合度Aが所定閾値未満)行動しか記憶されていないからである。そこで、行動探索部23はこのような場合に限

り、連関データベース部22から乱数により一つの連関情報を(暫定的な)解連関情報として選択する。

【0080】選択された連関情報 $R = [Ji, Ac, Jd]$ が状況Jicにおいて適用可能(状況適合度 $A(Jic, R)$ が所定閾値以上)であり、その行動Acが実行された後の状況Jdcが目的状況Jdに十分類似していた(遷移達成度 $B(Jdc, R)$ が所定閾値以上)場合にはその遷移確率 $S(R)$ を増加させる。逆に、選択された連関情報Rが適用可能であるにも関わらず、その行動Ac実行後の状況Jdcが予定された目標状況Jdに類似しなかった(遷移達成度 $B(Jdc, R)$ が所定閾値未満)場合には遷移確率 $S(R)$ を減少させ、それとともに、実際の遷移($Jic + Ac \rightarrow Jdc$)を表す新たな連関情報(目標外行動連関情報) $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ を生成し、その遷移確率情報 $Si(R1) = [Ns(R1), Nt(R1), S(R1)]$ を1回の試行で1回成功していることを表す[1, 1, 1]に設定し、これらR1と $S(R1)$ を連関データベース部22に記憶することで遷移($Jic + Ac \rightarrow Jdc$)を知識化する。

【0081】また、選択された連関情報 $R = [Ji, Ac, Jd]$ が状況Jicにおいて適用可能でない(状況適合度 $A(Jic, R)$ が所定閾値未満)場合には、元々初期状況Jiが実際の状況Jicに類似していないのだから、この連関情報Rの正しさを示す尺度たる遷移確率 $S(R)$ を変更せず、実際の遷移($Jic + Ac \rightarrow Jdc$)を表す新たな連関情報(目標外行動連関情報) $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ を生成し、その遷移確率情報 $Si(R1) = [Ns(R1), Nt(R1), S(R1)]$ を1回の試行で1回成功していることを表す[1, 1, 1]に設定し、これらR1と $S(R1)$ を連関データベース部22に記憶することでこの遷移の知識化のみを行う。

【0082】このように、状況改善期待度が低かったり適用できなかったり、その効果のほどが危ぶまれる連関情報から一つの連関情報Rを選択してその結果を確かめることにより、選択された連関情報Rの遷移確率 $S(R)$ を変化させたり(後述する信頼性学習部25による)、実際に起こった遷移を知識化するための新たな連関情報

(目標外行動連関情報)R1を生成する(後述する目標外行動学習部26による)などして、行動Acの新たな側面をロボットは知ることができる。そして、適用可能な連関情報を試した場合、結果として遷移確率 $S(R)$ が増加された連関情報Rは、状況Jicに類似した状況において優先的に選択されるようになり、遷移確率 $S(R)$ が減少された連関情報Rは、状況Jicに類似した状況においてますます選択されにくくなる。すなわち、ある状況下で成立する連関情報(遷移確率 S が増大)や成立しない連関情報(遷移確率 S が減少)が明らかにされていく。また、適用可能/不可能を問わず、このように適宜選択された連関情報Rを実行した結果、その状況下で成立する新たな連関情報(目標外行動連関情報)R1が明らかにされる。すなわち、行動によりどのような状況がもたらされるかという知識が、状況を改善できたもの(成功例)も、改善できなかったもの(失敗例)も連関情報の形で連関データ

ベース22に蓄積されていく。

【0083】以上述べた行動探索能力とは、ロボットが動作を開始し始めた初期段階、適用可能な全ての連関情報の遷移確率 S がまだ小さい時期に特に発揮されるものである。また使用期間が長くなったとしても連関情報に記述される初期状況の発生頻度が少なくても十分な試行が為されていない場合も同様である。あるいは、使用場所や使用者が変わるなどのようにロボット周囲の環境が激変したために、ロボットが擁している連関情報の多くが適用不可能になったり成立しなくなったりした場合も同様である。特定の状況で選択可能な行動が固定的に与えられている従来のロボットでは、このような劇的な環境の変動に対処することができなかった。

【0084】この行動探索能力は次のように働く。例えば、使用者に叱られたロボットがこの使用者から逃げようとするが、さらに追いつがられて叱られたという状況を考える。ロボットは叱られているという状況 $Ji1$ において適用可能な連関情報として、「逃げる」を行動情報 $Ac1$ に持つ下記の連関情報 $R1$ だけを連関データベース部22に記憶していたとする。

【0085】 $R1= [Ji1:叱られている$

$Ac1:逃げる$

$Jd2:逃げ切れた]$

当然、ロボットはこの連関情報 $R1$ を実行するが、使用者に追いつがれることによって、この連関情報 $R1$ が示唆する「逃げ切れた」状況 $Jd2$ に至らず、この連関情報 $R1$ がここで役に立たないことを知らされる。そして、この連関情報 $R1$ の遷移確立 $S(R)$ は減少し、何度かこのようなことを繰り返すうちに連関情報 $R1$ の遷移確率 $S(R)$ は極めて小さくなり、状況改善期待度 $Ep(R)$ が所定閾値を下回ったとき、もはやこの連関情報 $R1$ を実行することができなくなる。もちろん、このときロボットは他に有力な連関情報を持っていないので、何も実行することができない。そこで、行動探索能力により、ロボットは他の連関情報を試すことになる。おそらく幾つかの無駄なあがきをした後に、ロボットはたまたま全く別の初期状況「嬉しい」で選択される「踊る」を行動情報 $Ac2$ に持つ下記の連関情報 $R2$ を実行する。

【0086】 $R2= [Ji2:嬉しい$

$Ac2:踊る$

$Jd2:楽しい]$

$R1$ と $R2$ の初期状況 $Ji1$ と $Ji2$ は全く異なる。「踊る」行動 $Ac2$ は通常なら「叱られている」状況では絶対に選択されない行動である。しかし、行動探索能力によりロボットが「踊りだした」結果、使用者はその怒りをはぐらかされて追及を止めてしまったとする。その結果、ロボットは「使用者に叱られている」初期状況で、行動「踊る」を実行することにより、「叱られなくなる」状況に至れることを実際に経験することで初めて知る。そして、この経験は下記に示す新たな連関情報（目標外行動

連関情報) $R3$ として連関データベース部22に追加され、ロボットの今後の行動に影響を与えるようになる。

【0087】目標外行動連関情報 $R3=$

$[Ji3:叱られている$

$Ac3:踊る$

$Jd3:叱られなくなる]$

ここで各種センサがどのような信号を検知するかは予めメモリ17に記憶されているとする。例えば、使用者がロボットの頭部を叩いて叱ることは、ロボット頭部の感圧センサに所定値よりも大きな力が所定時間よりも短く検知される状態としてロボットに認識され、使用者がロボットを怒鳴って叱ることは、ロボットのマイクに所定値よりも大きな音声を検知される状態としてロボットに認識される。

【0088】なお、この例でもわかるように、ロボットが試すことのできる行動は連関情報として連関データベース部22に記憶されている行動に限定されており、それを逸脱した行動を実行することはできない。行動探索能力はあくまでも既知の行動の新たな効果を知るための経験能力である。

(行動複製能力) 上記行動探索能力によって、ロボットは既知の行動(例えば「踊る」)の新たな効果、すなわち予測できなかった遷移を実際に起こった遷移から発見することができるようになった。この結果、ロボットは行動の内容自体を増やすことはできないものの、行動を使いこなす知識を増やすことができるようになる。しかしながら、まだロボットは新たな行動を発見することはできない。

【0089】一方、後述する他者行動学習部27によって実行される行動複製能力は、ロボットが、自己の周囲で他者が行う未知の行動を観察し、「この状況でこうすればこうできるのだ」という情報を得て、これを新たな連関情報(他者行動連関情報) R として連関データベース部22に記憶していくことで、自己の新たな行動を獲得する行動模倣の能力ある。

【0090】例えば、使用者 X が泣いていた場合に、別の使用者 Y がこの泣いている使用者 X の背中をさすったり抱きしめたりすることで、泣いている使用者 X が泣きやみ笑顔を見せたのをロボットが観察していたとする。

【0091】この一連の動作をロボットは、撮像カメラ、マイクで検知しており、使用者 X の「泣いている」状況 Ji が、使用者 Y による「背中をさすられたり」、「抱きしめられたり」する行動 Ac によって、「泣きやみ笑顔を見せる」状況 Jd に遷移することを認識する。なお、予めメモリ17には、泣いている表情、泣きやむ/泣いていない表情、笑顔等の表情が記憶されており、ロボットが認識できるようになっているものとする。また、背中をさす(行動素片:前肢を対象に接触させる+行動素片:前肢を滑らせる)、抱きしめる(行動素片:対象を両前肢で抱える+行動素片:しばらくそのままでい

る)といった行動も、予めメモリ17に記憶されている行動素片の連鎖として認識可能である。

【0092】そこで、ロボットは、誰かが「泣いている」初期状況Jiを「泣きやむ」もしくは「笑顔を見せる」目的状況Jdに至らせるには、この泣いている人の「背中をさする」、もしくは「抱きしめる」という行動Acによって達成できることを知り、これらJi、Ac、Jdを新たな一組の連関情報(他者行動連関情報)R=[Ji, Ac, Jd]としてまとめ、この他者行動連関情報Rを連関データベース部22に追加して行動それ自体を増加させる。

【0093】なお、ロボットがこのように見真似により複製することのできる行動は、メモリ17に記憶される行動素片の組み合わせとしてロボットが実行できる行動に限定されており、それを逸脱した行動を複製することはできない。行動複製能力はあくまでも既知の行動素片による既知もしくは新規の組み合わせから成る行動の新たな効果を他者の行動を観察することにより知るための経験能力である。

(状況調整能力) 目的状況が同様の状況Jdを目指しながら、異なる初期状況Ji1とJi2から出発する2つの異なる連関情報R1=[Ji1, Ac1, Jd]とR2=[Ji2, Ac2, Jd]があったとき、初期状況Ji1とJi2の差異や、行動Ac1とAc2の差異によって、R1の遷移確率S(R1)は高く、R2の遷移確率S(R2)が低いということが起こる。つまり、Ji1からならJdに至りやすいが、Ji2からはJdに至ることが稀であるということがある。

【0094】後述する状況調整行動学習部28により実行される状況調整能力とは、このような遷移が成功しにくい状況Ji2を初期状況とし、遷移が成功しやすい状況Ji1を目的状況とする新たな連関情報(状況調節行動連関情報)R3=[Ji2, Ac3, Ji1]を生成して連関データベース部22に追加し、Ji2からJdに至りやすくする補助的な準備行動を獲得する能力のことである。

【0095】これは、失敗しやすい連関情報R2=[Ji2, Ac2, Jd]によりJi2からJdへ直接遷移(Ji2+Ac2→Jd)させようとする代わりに、まず状況調節行動連関情報R3=[Ji2, Ac3, Ji1]により失敗しやすい状況Ji2から成功しやすい状況Ji1へ至り、次に連関情報R1=[Ji1, Ac1, Jd]によりJi1から最終目標Jdへ至る2段階遷移(Ji2+Ac3→Ji1+Ac1→Jd)の行動パターンをロボットが学習することである。このとき、状況調節行動連関情報R3は、遷移に失敗しやすい状況Ji2に特有の条件(失敗要因)を取り除き、成功しやすい状況Ji1に特有の条件(成功要因)を実現し、連関情報R1による遷移のお膳立てをする準備行動を表す連関情報である。準備行動が成功すれば、失敗要因を含まず成功要因を含む状況Ji1が実現するので、目的状況Jdへの遷移が成功する可能性が高くなる。

【0096】例えば、下記の2つの連関情報R1とR2があったとする。

【0097】連関情報R1=

[Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい]

Ac1: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

(S(R1)=0.6)

連関情報R2=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい]

Ac2: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

(S(R2)=0.01)

10 このとき、連関情報R1の遷移確率S(R1)が所定値以上あり、連関情報R2の遷移確率S(R2)よりも所定値以上大きかったとする。これは、ソファの後ろよりソファの上の方が使用者を見つけやすいことに由来し、遷移確率Sの違いがそのことを物語っている。失敗要因はソファの後ろにいてることであり、成功要因はソファの上にいることである。このとき、ロボットは状況Ji2から状況Ji1に至る下記の新たな連関情報(状況調節行動連関情報)R3を生成する。なお、このR3の遷移確率情報Si(R3)=[Ns(R3), Nt(R3), S(R3)]は、この遷移が未試行なので[0, 0, 0]に設定される。

【0098】状況調節行動連関情報R3=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい]

Ac3: ソファの上に登る

Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい]

(S(R3)=0.0: 初期値)

なお、この例ではロボットの快感情強度Cは増大しないので、この遷移の状況改善効果Eは0である。このように、状況調節能力は状況改善効果Eの優劣に関係なく、準備行動R3をロボットの行動パターンに加える。状況改善期待度Ep(R3)が足りない(遷移確率S(R3)が足りない)準備行動R3の生成当初は、R3は行動探索能力により選択される。特にR2が役に立たないのであるから、同じ初期状況に適合するR3が試行される可能性は高い。

【0099】このように、同じ目的状況に至るものでありながら、初期状況の異なる2つの連関情報が連関データベース22に記憶されており、一方の遷移確率が十分高く、それに比べて他方の遷移確率が十分低いとき、状況を調節するための新たな連関情報(状況調節行動連関情報)が生成される機能が状況調整能力である。

40 【0100】なお、ロボットがこのように準備行動として獲得することのできる行動は、メモリ17に記憶される行動素片の組み合わせとしてロボットが実行できる行動に限定されており、また、成功要因や失敗要因にロボットが制御できない条件、例えば、第三者の存在やその行動がある場合、これら呼び込んだり排除したりする行動を生成することはできない。以上のような制約があるものの、状況調節能力はある行動を成功させるための条件を自ら整えるための準備行動をロボットが知るための経験能力として機能する。

50 (行動計画能力) 後述する連鎖行動学習部29により実行

される行動計画能力とは、連関データベース部22から状況を連続的に結んでいる（一方の目的状況が他方の初期状況とほぼ同一である）連関情報（行動）の連鎖を発見し、もし、そのような連鎖が状況を改善できるならば、この連鎖を表す新たな連関情報（連鎖行動連関情報）を生成して連関データベース部22に追加する能力である。

【0101】連関情報R1=[Ji1, Ac1, Jd1]の目的状況Jd1と、連関情報R2=[Ji2, Ac2, Jd2]の初期状況Ji2とがほぼ同一（状況類似度Sj(Jd1, Ji2)が所定閾値以上）であるような連関情報が、連関データベース部22内に例えばR2の目的状況Jd2に対してR3の初期状況Ji3がほぼ同一、R3の目的状況Jd3がR4の初期状況Jd4とほぼ同一というようにRnまで連鎖していることが見つかった場合、その連鎖の最初もしくは途中の連関情報Rk ($1 \leq k < n$) の初期状況Jikにおける快感情強度C(Jik)の値よりも、Rkの先に連なっている連関情報Rp ($k < p \leq n$) の目的状況Jdpにおける快感情強度C(Jdp)の値の方が大きいときには、連関情報Rk, ..., Rpまでを連続して実行する遷移 (Jik+Ack+...+Acp→Jdp) により状況が改善可能であるということになる。そこで、ロボットはRk, ..., Rpまでを連鎖させた新たな連関情報（連鎖行動連関情報）Rx=[Jik, Ack+...+Acp, Jdp]を生成し、連関データベース部22に追加する。この結果、状況改善可能なロボットの行動パターンが広がる。このとき、連鎖行動連関情報Rxの遷移確率S(Rx)は、連鎖された各連関情報Rk, ..., Rpの遷移確率の積で与えられる。なお、複数の連関情報から成る状況改善可能な連鎖は連鎖R1, ..., Rnの中から全て抽出されて連関データベース部22に追加される。

【0102】例えば、前述した状況調節能力により獲得されたR3は、行動計画能力により一層選択されやすくなる。この例では下記のR1とR2とを比較して、準備行動としてR3が生成された。しかし、R3は状況改善効果がなく、このままではごく稀にしか実行されそうにない。

【0103】連関情報R1=

[Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい

Ac1: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

連関情報R2=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい

Ac2: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

連関情報R3=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい

Ac3: ソファの上に登る

Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい]

行動計画能力は、このR3とR1を組み合わせたと示す新たな連関情報（連鎖行動連関情報）R4=[Ji2, Ac3+Ac1, Jd]を生成できる。この連鎖行動連関情報R4は明らかに状況改善効果があり、何回かの試行により遷移確率が上昇すれば、以後、行動検索部23の通常の動作により解

連関情報として選択される可能性が高い。

【0104】連鎖行動連関情報R4=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい

Ac4: ソファの上に登って (Ac3) から、そこで使用者を探す (Ac1)

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

なお、以上からも明かなように、行動計画能力により連鎖される連関情報の個数はいくつであっても良く、また、途中で状況が改悪されることがあっても構わない。要するに、連鎖される一番目の連関情報Rkの初期状況Jikにおける快感情強度C(Jik)の値よりも、最後の連関情報Rpの目的状況Jdpにおける快感情強度C(Jdp)の値の方が大きくなっている部分を連鎖の中から抽出できれば良い。

【0105】なお、行動計画能力により、それぞれの初期状況がほぼ同一であり、かつそれぞれの目的状況もほぼ同一である遷移を記述する複数の連関情報が連関データベース部22に記憶されるようになっても構わない。この場合、行動検索部23の通常の処理により、含まれる行動素片の個数の少ない方、すなわち実行容易度Wの大きい方が優先的に選択される。無論、実行した結果、遷移確率Sが減少するようなことがあれば、より多くの行動素片を持つ複雑な行動が代わりに現れてくるようになる。そのためにも、そのときは無駄なようにも多くの連関情報を作っておくことが重要なのである。

【0106】また、連鎖の初期状況と目的状況がほぼ同一となる（ループになっている）連鎖行動連関情報が発見されることもあるが、前述したように、状況改善しない連鎖は生成されないで、初期状況と目的状況が等しい連関情報は生成されない。

【0107】上述した4つの能力それぞれに対応して動作する信頼性学習部25、目標外行動学習部26、他者行動学習部27、状況調節行動学習部28、連鎖行動学習部29について詳細に説明する。

【0108】(イ) 信頼性学習部25

信頼性学習部25は、ロボットが行った行動の結果を評価して、その行動を記述する連関情報の遷移確率を増減させる動作を行う。すなわち、信頼性学習部25は、前述の行動探索能力を実現する手段の一つである。

【0109】信頼性学習部25は、状況Jicにおいてロボットが連関情報R=[Ji, Ac, Jd]を選択し、その行動Acが完了して状況Jdcに至った時点で、連関情報Rに記憶された目標状況Jdと完了後の実際の状況Jdcとの状況類似度Sj(Jdc, Jd)、すなわち遷移達成度B(Jdc, R)を求め、これが所定閾値以上であれば、遷移が成功した（連関情報Rは成立した）として、この連関情報Rの遷移確率情報Si(R)=[Ns(R), Nt(R), S(R)]中の実行回数Nt(R)と成功回数Ns(R)をそれぞれ1増加させ、S(R)=Ns(R)/Nt(R)を新しい遷移確率の値としてメモリ17に記憶させる。

【0110】逆に、遷移達成度B(Jdc, R)が所定閾値未満

であれば、遷移は失敗した（連関情報Rは成立しなかった）として、この連関情報Rの遷移確率情報 $S_i(R) = [N_s(R), N_t(R), S(R)]$ 中の実行回数 $N_t(R)$ のみを1増加させ、 $S(R) = N_s(R) / N_t(R)$ を新しい遷移確率の値としてメモリ17に記憶させる。

【0111】このような遷移確率の更新（学習）後に、ロボットが、上述した状況Jicと同様の状況において適用可能な連関情報を選択する場合、状況改善効果Eとの関係もあるが、以前よりも遷移確率Sを高くされた連関情報Rが選択されやすくなる。逆に遷移確率Sを小さくされた連関情報Rは選択されにくくなり、その結果行動として現れなくなる。

【0112】したがって、ロボットは、連関情報を選択して行動をおこし、その遷移の成否によって遷移確率Sを更新していくことで、少しずつ遷移確率の高い連関情報を選択するようになる。

【0113】なお、注意すべきことは、信頼性学習部25は快感強度Cの増加ではなく、連関情報が正しかったか否かで行動を評価する点である。これは従来のロボットが行っている強化学習と異なる。ロボットの行動が快感強度Cの増加にあるとしたとき、強化学習は遷移後に実際に経験する快感強度C（報酬信号という）の大小によって行動の発現頻度を増減させる。強化学習は行動Acとそれを選択すべき初期状況Jiと行動の発現頻度Sだけを知っている、いわば $R = [Ji, Ac]$ という方式であり、行動の前に目的状況Jdを評価することはしない。

【0114】したがって、強化学習では、連関情報の通りの遷移が起ころなくとも、たまたま快感強度Cが増加する状況に遷移できさえすれば、それが予定外の遷移であっても発現頻度が増加されてしまう。その結果、実際には、お門違いの状況に遷移させてしまう行動が、その間違いにも関わらずひたすら強化されてしまう。

【0115】一方、本発明は、同様に快感強度Cの増加を目的としてロボットを行動させる（この仕組みは行動検索部23が担っている）が、遷移させようとした行動が本当にその通りの結果を生んだかどうかを評価して連関情報の遷移確率Sを増減させる。その結果、連関情報そのものの正しさを把握したうえで行動を選択できるようになるので、行動による細かい状況のコントロールが可能になるのである。本発明によれば、正しい連関情報 $R = [Ji, Ac, Jd]$ がありさえすれば、狙った状況Jdをロボットが作り出せるのである。それに比較すれば、強化学習は目をつぶって石を投じているようなものである。

【0116】（ロ）目標外行動学習部26

目標外行動学習部26は、ロボットが行った行動の結果を評価して、その行動を記述する連関情報が間違っていた場合に、正しい遷移を表す新たな連関情報（目標外行動連関情報）を生成して、連関データベース部22に追加する動作を行う。すなわち、目標外行動学習部26は、前述の行動探索能力を実現する手段の一つである。

【0117】目標外行動学習部26は、状況Jicにおいてロボットが連関情報 $R = [Ji, Ac, Jd]$ を選択し、その行動Acが完了して状況Jdcに至った時点で、連関情報Rに記憶された目標状況Jdと完了後の実際の状況Jdcとの状況類似度 $S_j(Jdc, J2)$ 、すなわち遷移達成度 $B(Jdc, R)$ を求め、これが所定閾値未満であれば、遷移は失敗した（連関情報Rは成立しなかった）として、実際に起こった遷移（ $Jic + Ac \rightarrow Jdc$ ）を表す新たな連関情報（目標外行動連関情報） $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ を生成し、連関データベース部22に追加する。なお、生成された目標外行動連関情報R1に類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。これは連関データベース部22を類似した多数の連関情報でパンクさせないためである。

【0118】生成された目標外行動連関情報R1に類似する連関情報が、既に連関データベース部22に記憶されているか否かは以下のような検索を行い判断される。

【0119】まず、新たに追加される連関情報 $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ 中の状況遷移行動Acと、連関データベース部22に記憶されている各連関情報 $Rn = [Jin, Acn, Jdn]$ 中の状況遷移行動Acnとを比較し、両者が同一である連関情報Rnを逐次検出する。これは、これから追加しようとする連関情報R1の行動Acと同じ行動を持つ連関情報だけを検出するためである。

【0120】次に、連関情報 $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ 中の状況Jic, Jdcと、上記検出された連関情報 $Rn = [Jin, Acn, Jdn]$ 中の状況Jin, Jdnの、初期状況間の状況類似度 $S_j(Jic, Jin)$ と目的状況間の状況類似度 $S_j(Jdc, Jdn)$ をそれぞれ求め、両類似度がともに所定閾値以上を獲得する場合、追加しようとしている連関情報R1と行動が同じで、初期状況も目的状況も十分類似した連関情報が既に存在しているものと判断し、連関情報R1を連関データベース部22へ追加することを取りやめる。

【0121】ここで、本発明と従来の強化学習との相違について説明する。

【0122】従来の強化学習は、選択された行動パターンを実行したロボットの行動の成否（快感強度Cの増加や減少）で行動の発現頻度を加減していた。つまり、行動の結果、実際に起こった遷移を快感強度C（報酬信号）のみで評価し、それによって発現頻度のみが学習された。

【0123】これに対して、本発明の目標外行動学習部26は実際に起こった遷移（ $Jic + Ac \rightarrow Jdc$ ）を追加される連関情報 $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ として学習することができる。つまり、行動Acを発現させる初期状況Jicや、その結果訪れる目的状況Jdcを現実には則して知識化することができる。

【0124】本発明と従来の強化学習は、ともに状況の改善効果の高い行動の発現頻度を増加させて、改善効果の低い発現頻度を減少させる点においては同一である

が、強化学習では実際の初期状況を学習することは行わないので、「このとき(Ji)はこの行動(Ac)をすべきである」という知識の中の「このとき(Ji)」は固定されており、その固定された知識のもとで、「このときはこっちの行動をした方が報酬を得やすい」ということだけを発現頻度Sの学習によって獲得していく。つまり、R=[Ji, Ac]は固定されていて、学習されることはない。ましてや、目的状況Jdを知識化することはないので、状況の微妙な食い違いに対処する行動パターンを学習できない。

【0125】これに対して本発明は、状況の微妙な食い違いに対処する行動パターンを学習できる点が強化学習とは異なる。このことは、行動がどのような状況を作り出すのかということに関する知識を蓄積して運用することのできるロボットを構築するために必要である。知識が成立する(連関情報どおりの遷移が起こる)場合には、この知識を適用し続けても問題を生じない。一方、知識が成立しなかった(連関情報どおりの遷移が起こらなかった)場合には、この知識と異なる成立可能な知識を新たに構築する必要が生じる。不成立は初期状況の微妙な食い違いによるのかもしれないし、あるいは状況情報として観測できなかった不確定要因によるものであるかもしれない。そこで、このような時に、目標外行動学習部26が前後の状況を含めて知識を追加構築することで、本発明は強化学習(状況を知識化しない)を超えた状況適応能力を発揮できるようになる。

【0126】このように、目標とした事後状況への遷移し易さを信頼性学習部25が学習することに加えて、目標とした事後状況と異なる状況への遷移が存在することを目標外行動学習部26が学習する。強化学習と異なり適用可能な状況や到達可能な状況が細分化されて(連関情報として)蓄積可能なこの仕組みは、従来よりも高い学習適応能力をシステムに与える。

【0127】目標外行動学習部26は、既知の行動が適用可能な知られていなかった新たな初期状況や、既知の行動が遷移可能な知られていなかった新たな目的状況を知識化するというものである。この結果、システムは知っている行動を新たな効果を期待して適用できる、つまり新たな行動パターン(このときはこの行動ができる)を獲得できるようになるが、知っている行動の数を増やすことはできない。すなわち、目標外行動学習部26は、連関情報中の状況情報を拡充するように動作する。つまり、ここで行われる学習は新しい行動情報を獲得するというものではない。

【0128】行動探索部23と信頼性学習部25と目標外行動学習部26の連携により、ロボットは前述した「行動探索能力」を発揮することができる。すなわち、このロボットが十分な状況改善効果を持つ行動を記憶していない場合であっても、行動探索部23の働きにより、何らかの行動を試してみることができる。このような試行は、信頼性学習部25と目標外行動学習部26の働きを通じて、状

況改善の成否に関わらずその結果が今後の行動に影響を与える知識として蓄積される。

【0129】特に連関情報通りの遷移が行われなかった場合には、新たな連関情報が構築されるため、知識とは異なる状況に到達しても、それが新たな連関情報として知識化され、このロボットの状況適応能力が向上する。

【0130】上述したような行動探索能力をロボットに発揮させるためには、最初に幾つかの種となる行動パターン(連関情報)を連関データベース部22に記憶させておく必要がある。この記憶された行動パターンが充実している(数が多い)ほど、ロボットが対応できる、あるいは対応できるようになる状況が多くなる。

【0131】しかしながら、どのような行動を行っても状況が改善されない場合には、このロボットは無駄な行動を延々と続けるだけである。これが行動それ自体を拡充する能力を持たないロボットの状況対応能力の限界である。さらなる状況対応能力をロボットに発揮させるためには、状況遷移行動自体を増やすような学習機能が必要である。

【0132】(ハ)他者行動学習部27

他者行動学習部27は、使用者などの他者が行った行動を新たな連関情報(他者行動連関情報)として連関データベース部22に記憶させ、ロボットの行動パターンの一つとする動作をする。すなわち、他者行動学習部27は、前述の行動複製能力を実現する手段である。

【0133】より詳しくは、状況入力部21が、ロボットに設けられたマイクや撮像カメラにより他者の音声や行動(態度)や表情などを認識し、この行動の前後でその他者の状況がどうであったかを推定する。他者の状況には、観察によって即座に検知可能な外部状態パラメータの他に、推定を要する感情などの内部状態パラメータも含まれる。内部状態パラメータの推定は、入力された他者の音声や行動(態度)や表情をもとに行われ、予めメモリ17にそれらを認識するための辞書情報が記憶されている。この辞書情報の内容は、顔の表情、身振り手振り等の行動(態度)、音声の語気などを撮像された画像や取り込まれた音声から検出し、そこから読み取れる内部状態パラメータを特定するための情報である。この結果、例えば、ある行動によって怒った表情の画像から笑った表情の画像に変わることが観察されれば、他者の感情状態が怒りから喜びに変化したと推定される。推定された結果は、状況情報列に記憶される。

【0134】他者行動学習部27は、状況入力部21による状況情報列の中に他者の行動Acを検出すると、次の2つの場合に分けて動作する。

【0135】(1)行動Acがロボットを対象に行われた場合

通常、状況入力部21によって、他者の感情状態や行動はロボットの外部状態として扱われ、ロボットの感情状態や行動はロボットの内部状態として状況情報にまとめら

れている。行動Acはロボットを対象に他者によって行われたものであるから、その彼我の関係をひっくり返せば、他者を対象にしたロボットの行動として捉えなおすことができるはずである。

【0136】ロボットの周囲状況として観測される外部状態パラメータは、(a)行為者たる他者に関する部分と、(b)他者を除く環境部分の2つに分解できる。(a)は行為者たる他者の表情や行動や態度及び、それらからロボットが推定することのできたこの他者の感情や欲求である。また、(b)は例えば周囲の樹木や物体など、ロボットと他者の双方にとって共通の環境部分である。また、ロボットの内部状態パラメータは、(c)ロボットの感情や欲求を表す内部状態パラメータである。

【0137】このとき、他者から見た外部状態パラメータは、前記(b)、(c)に加えて、実際にはロボットが存在するのだが、これを何らかの他者がいるというように置き換えた記号データから合成される。また、他者の内部状態パラメータは、前記(a)ということになる。

【0138】そこで、他者行動学習部27は、行動Acの前後の状況を示す状況情報列JiとJdの各々を上記(a)、(b)、(c)に分解して再編成することにより、行動Acの前後の状況を他者の視点から捉えた他者状況情報列Ji'とJd'とし、Ji'を初期状況、Jd'を目的状況、Acを状況遷移行動とする新たな連関情報(他者行動連関情報)R=[Ji',Ac,Jd']を生成して連関データベース部22に追加する。なお、生成された他者行動連関情報Rに類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。なお、この他者行動連関情報Rに類似する連関情報が連関データベース部22に存在するか否かの検索は、目標外行動学習部26で行われた検索と同様である。

【0139】(2)行動Acが他者間で行われた場合状況入力部21によって、他者Xと他者Yの感情状態や行動はロボットの外部状態として扱われ、状況情報にまとめられている。行動Acが他者Xを対象に他者Yによって行われたものであるとすると、ロボットの外部状態パラメータは、(a)行為者たる他者Yに関する部分と、(b)対象者たる他者Xに関する部分と、(c)他者XとYに関する部分を除く環境部分の3つに分解できる。(a)は行為者Yの表情や行動や態度及び、それらからロボットが推定することのできたこの行為者Yの感情や欲求である。(b)は対象者Xの表情や行動や態度及び、それらからロボットが推定することのできたこの対象者Xの感情や欲求である。また、(c)は例えば周囲の樹木や物体など、他者XとYの双方にとって共通の環境部分である。

【0140】このとき、行為者Yから見た外部状態パラメータは、前記(b)、(c)に加えて、実際には対象者Xが存在するのだが、これを何らかの他者がいるというように置き換えた記号データから合成される。また、行為者Yの内部状態パラメータは、前記(a)ということになる。

【0141】そこで、他者行動学習部27は、行動Acの前

後の状況を示す状況情報列JiとJdの各々を上記(a)、(b)、(c)に分解して再編成することにより、行動Acの前後の状況を他者の視点から捉えた他者状況情報列Ji'とJd'とし、Ji'を初期状況、Jd'を目的状況、Acを状況遷移行動とする新たな連関情報(他者行動連関情報)R=[Ji',Ac,Jd']を生成して連関データベース部22に追加する。なお、生成された他者行動連関情報Rに類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。なお、この他者行動連関情報Rに類似する連関情報が連関データベース部22に存在するか否かの検索は、目標外行動学習部26で行われた検索と同様である。

【0142】なお、生成された他者行動連関情報Rに類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。なお、この他者行動連関情報Rに類似する連関情報が連関データベース部22に存在するか否かの検索は、目標外行動学習部26で行われた検索と同様である。

【0143】この他者行動学習部27によって、ロボットは「他人から学ぶ能力」、すなわち「行動複製能力」を発揮することができる。

【0144】例えば、泣いている使用者Xの背中を使用者Yがさすることで、泣いていた使用者Xが泣きやみ笑顔を見せた現場を観察することで、ロボットは使用者Yのこのような対人行動を学習することができる。そして、学習したこの行動は別の機会に、泣いている使用者Zを検出したときなどに発現する。

【0145】このとき、このような対人行動が選択されるには、その行動がロボットの快感情強度Cを増加させるものである必要がある。これには、ロボットが他者に対して抱く好悪感情が関係する。

【0146】例えば、ロボットがある人物に好感を抱いている時、その人物の窮状は状況入力部21において検知され、このロボットの快感情強度Cを損なうように作用する。そのためロボットは自己の快感情強度Cを改善するために、この人物の窮状を回復する行動を要求され、その結果先に学習された他者の状況改善に効果のあった対人行動が発現する。

【0147】逆に、ロボットがある人物に好感を抱いていない時、その人物の窮状はロボットの快感情強度Cを損なわないか、増加させるように作用するため、相手の窮状を回復する行動は発現しない、もしくはさらに窮状を増すような行動が発現する。

【0148】他者に対する好悪感情は、ロボットとその他者とのこれまでの関わり合いを通じて形成される。ロボットを可愛がってくれる人物に対しては、その人物を検知するための辞書情報の中に「この人は良い人」というラベル(情報)が付けられる。逆にロボットをいじめめる人物に対しては、その人物を検知するための辞書情報の中に「この人は悪い人」というラベルが付けられる。人物が検知されるたびに、この良い人か悪い人かの判断

がなされ、その結果に応じて観測される外部状態がロボットの感情状態に与える影響が変化する。なお、これらの処理は状況入力部21にて行われる。

【0149】このように、本発明では、他者行動学習部27が、他人の行動を見真似することによって特に対人行動をロボットに獲得させることに貢献し、状況入力部21が検出される他人に対する好悪判断に基づいてロボットの快感情強度Cを変化させ、行動検索部23がその快感情強度Cに基づいて学習された対人行動を発現させる。

【0150】これまでに述べた構成により、ロボットは「行動探索能力」と「行動複製能力」を発揮することができる。具体的には、(I)行動の発現頻度の適応化、(II)行動の発現条件たる初期状況の新規獲得、(III)行動の効果たる目的状況の新規獲得、(IV)行動の内容たる状況移行行動自体の新規獲得、が可能になる。特に、(I)～(IV)は従来のロボットでは獲得できない知識である。

【0151】しかしながら、このような能力だけではロボットは、個々の行動の状況改善効果に縛られてしか行動できないため、一度は状況を悪化させながらも複数の行動を組み合わせることで最終的により改善された状況に到達するという計画性を発揮することができない恐れがある。この点に対しては、以下で説明する状況調節行動学習部28と連鎖行動学習部29とが対応することで、計画性を持った行動をロボットに行わせることができる。

【0152】(二)状況調節行動学習部28
状況調節行動学習部28は、ある初期状況から、ある目的状況に遷移できないときに、他の初期状況からその目的状況へ遷移できた他の連関情報を適用できるようにするために、その初期状況を作り出すための遷移を新たな連関情報(状況調節行動連関情報)として連関データベース部22に記憶させ、ロボットの行動パタンの一つとする動作をする。すなわち、状況調節行動学習部28は、前述の状況調節能力を実現する手段である。

【0153】状況調節行動学習部28は、連関情報が連関データベース部22に追加される毎に起動し、追加された連関情報R1=[Ji1, Ac1, Jd1]の目的状況Jd1に類似した目的状況Jd2を持つ連関情報R2=[Ji2, Ac2, Jd2](状況類似度Sj(Jd1, Jd2)が所定閾値以上)を連関データベース部22から検索する。検索の結果、連関情報R2が検出されると、状況調節行動学習部28は両者の遷移確率S(R1)とS(R2)を評価して、連関情報R1の遷移確率S(R1)が所定閾値以上あり、連関情報R2の遷移確率S(R2)がS(R1)より所定閾値以上低ければ、R2の初期状況Ji2からR1の初期状況Ji1に至る新たな連関情報(状況調節行動連関情報)R3を生成して連関データベース部22に記憶する動作を行う。あるいは、逆に連関情報R2の遷移確率S(R2)が所定閾値以上あり、連関情報R1の遷移確率S(R1)がS(R2)より所定閾値以上低ければ、R1の初期状況Ji1からR2の初期状況Ji2に至る新たな連関情報(状況調節行動連関

情報)R3を生成して連関データベース部22に記憶する動作を行う。

【0154】なお、生成された状況調節行動連関情報R3に類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。また、この状況調節行動連関情報R3に類似する連関情報が連関データベース部22に存在するか否かの検索は、目標外行動学習部26で行われた検索と同様である。

【0155】より詳しくは、目的状況Jdがほぼ同一である複数(例えば2つ)の連関情報R1=[Ji1, Ac1, Jd]とR2=[Ji2, Ac2, Jd](いずれか一方が追加された連関情報)のうち、一方の連関情報R1は頻度が高く、他方の連関情報R2は頻度が低いことが、両者の遷移確率を見ることが判断できる。一方が目的状況Jdに到達できるが、他方が到達できないといった原因は、出発点たる初期状況とそのとき行いえる行動の違いにある。そこで、遷移に成功する連関情報R1と成功しない連関情報R2それぞれの初期条件Ji1とJi2を、2つの連関情報に共通に含まれる付帯条件Jkと、前者(成功)に特有の付帯条件Jsと、後者(失敗)に特有の付帯条件Jfに分離する。このJsが成功要因であり、Jfが失敗要因である。Ji1=Jk+Jsであり、Ji2=Jk+Jfである。

【0156】状況調節行動は、初期状況Ji2=(Jk+Jf)から目的状況Ji1=(Jk+Js)へと状況を遷移させる行動である。

【0157】例えば、同じ目的状況を持つ下記の2つの連関情報を考える。

【0158】連関情報R1=

[Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい(第1のパラメータ値)]

Ac1: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

連関情報R2=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい(第2のパラメータ値)]

Ac2: その場で使用者を探す

Jd: 使用者を見つけて嬉しい]

このとき、「一人でいて寂しい」ことが共通条件Jk、

「使用者を見つけて嬉しい」が目標状況、成功要因Jsが「ソファの上にいる」、失敗要因Jfが「ソファの後ろにいる」となる。状況調節行動学習部28が行う処理は、JfをJsにする行動、具体的には「ソファの上に登る」行動Ac3を生成して、この行動Ac3を含んだ新しい連関情報(状況調節行動連関情報)R3=[Ji2=Jk+Jf, Ac3, Ji1=Jk+Js]を組み立てることである。

【0159】状況調節行動連関情報R3=

[Ji2: ロボットがソファの後ろに一人でいて寂しい

Ac3: ソファの上に登る

Ji1: ロボットがソファの上に一人でいて寂しい]

この新たな状況調節行動連関情報R3に従って、ロボット

は「ソファの後ろに一人でいて寂しいとき、ソファの上に登る」という行動を行う。なお、ロボットが何かに登ることは、ロボットの行動素片としてメモリ17に記憶されていなければならない。ただ、ソファに登るという行動の持ち合わせがロボットにはなく、無論、「ソファの後ろに一人でいて寂しいとき、ソファの上に登る」という行動パターンもこのとき初めて獲得されるのである。

【0160】(ホ)連鎖行動学習部29

連鎖行動学習部29は、個々の連関情報(行動)では状況を改善できないとき、複数の連関情報(行動)を連続的に行って状況を改善できる連関情報の連鎖を見つけ、その連鎖を記述した新たな連関情報(連鎖行動連関情報)を生成して連関データベース部22に記憶させ、ロボットの行動パタンの一つとする動作をする。すなわち、連鎖行動学習部29は前述の行動計画能力を実現する手段である。

【0161】連鎖行動学習部29は、目標外行動学習部26や他者行動学習部27や状況調節行動学習部28の働きにより新たな連関情報が連関データベース部22に追加される毎に起動し、連関データベース部22に記憶される連関情報の内容を調査し、一方の連関情報の目的状況が他方の連関情報の初期状況に類似する、すなわち3つ以上の状況を2つ以上の行動の連鎖で連続的に遷移させる複数の連関情報 $R1=[Ji1, Ac1, Jd1]$ 、 $R2=[Ji2, Ac2, Jd2]$ (状況類似度 $Sj(Jd1, Ji2)$ が所定閾値以上)、 $R3=[Ji3, Ac3, Jd3]$ (状況類似度 $Sj(Jd2, Ji3)$ が所定閾値以上)・・・ $Rn=[Jin, Acn, Jdn]$ から成る連鎖を全て検索する(ただし n は4以上の自然数)。ここで連関情報 $R1$ は第1の連関情報であり、 $R2$ は第2の連関情報であり、 $R3$ は第3の連関情報であり、この場合には2連鎖となる。連鎖は、それを構成する要素たる連関情報が一つでも異なれば異なる連鎖であり、また要素たる連関情報の順序が一個所でも異なれば異なる連鎖である。なお、この検索は、追加された連関情報が上記 $R1 \sim Rn$ のいずれかとなる連鎖の検索に限定される。検索の結果、連鎖が検出されると、連鎖行動学習部29は、この抽出された連鎖の中で、連関情報 Rk ($1 \leq k < n$)の初期状況 Jik の快感情強度 $C(Jik)$ よりも、連関情報 Rp ($k < p \leq n$)の目的状況 Jdp の快感情強度 $C(Jdp)$ が改善されている部分連鎖(前記連鎖そのものも含む)を全て抽出し、その各々を新たな連関情報(連鎖行動連関情報) $Rx=[Jik, Ack+\dots+Acp, Jdp]$ として連関データベース部22に記憶する。

【0162】なお、生成された連鎖行動連関情報 Rx に類似する連関情報が既に連関データベース部22に記憶されていれば追加しない。また、この連鎖行動連関情報 Rx に類似する連関情報が連関データベース部22に存在するか否かの検索は、目標外行動学習部26で行われた検索と同様である。

【0163】さらに、この連鎖行動連関情報から、上述した手順によって更に新たな連鎖行動連関情報を作成し

記憶していくことも可能である。

【0164】また、上記処理により、ある連関情報 $R10$ の目的状況 $Jd10$ と類似する初期状況 $Ji11$ を有した連関情報 $R11$ と、この連関情報 $R11$ の目的状況 $Jd11$ と類似する初期状況 $Ji12$ を有する連関情報 $R12$ と、この連関情報 $R12$ の目的状況 $Jd12$ と類似する初期状況 $Ji13$ を有する連関情報 $R13$ とが存在する場合、連関情報 $R10$ の初期状況 $Ji10$ に対して $R11, R12$ の目的状況 $Jd11, Jd12$ の快感情強度 C が低くても、連関情報 $R13$ の目的状況 $Jd13$ の快感情強度 C が大きければ、この連関情報 $R10 \sim R13$ は新たな連鎖行動連関情報として連関データベース部22に記憶される。この場合の連鎖は $2(n=2)$ であり、連関情報は3個($n+1$)である。

【0165】このように、複数の連関情報を組み合わせて連鎖行動連関情報を生成する場合には、途中の行動を実行したときには快感情強度 C が一時的に低下しても最終的に快感情強度 C が増加していれば良いものとする。

【0166】このような構成により、ロボットは、状況調整能力と行動計画能力を発揮する。具体的には、直接的に状況を改善する行動だけでなく、直接状況を改善しなくとも間接的に状況の改善に結びつく準備行動の獲得と、途中で状況を悪化させても最終的には状況改善に結びつける一連の行動を記した連関情報の生成・獲得が可能になる。

【0167】なお、既に述べた通り、状況調節行動学習部28と連鎖行動学習部29は、連関情報データベース部22に記憶された連関情報の更新状況を監視しており、システム起動時に起動されるほかに、新たな連関情報の追加を検出する毎に起動される。また、自身によって連関情報の追加が一通り行われた直後にも再び起動されて、追加すべき連関情報が見出せなくなるまで再帰的に起動される。

【0168】以上述べた様な構成と、各構成要素が実行する能力について説明してきたが、続いて、図4の行動形成方法のフローチャートを参照して行動形成方法について説明する。なお、連関データベース部22には、ロボット運用時点で、個々の連関情報と他に、その状況調節行動連関情報と連鎖行動連関情報とが既に記憶されているものとする。もし、そうでなければ、ロボット運用以前の段階で、状況調節行動学習部28と連鎖行動学習部29とが起動され、その働きにより全ての連関情報についての状況調節行動連関情報と連鎖行動連関情報が追加されるものとする。

【0169】(1)状況入力部21がロボット周囲の状況情報を取得する(S1)。なお状況情報は、距離センサ11、感圧センサ14、撮像カメラ10、マイク12により検知された、例えば被検出体(使用者等)の有無、被検出体の表情や状態、被検出体等が発する音、被検出体による行動である。検知された状況情報はそれまでに得られていた状況情報列に編集され、行動発現ループ、学習ループ1、

学習ループ2、学習ループ3のそれぞれに出力される。

【0170】まず、行動発現ループについて説明する。

【0171】(2)行動検索部23が、最新の状況情報列(現在状況Jic)に適合する初期状況を持つ連関情報(候補連関情報)をメモリ17内に記憶される連関データベース部22から抽出する(S2)。この抽出の際には、各連関情報の状況適合度Aが計算されて評価され、所定閾値以上を獲得した連関情報のみが候補連関情報として抽出される。このとき、候補連関情報の状況改善効果E、遷移確率S、実行容易度Wを含むスコア情報Sc(R)も一緒に抽出される。抽出された候補連関情報はスコア情報とともに一時的にメモリ17に記憶される。

【0172】(3)次に、入力された状況情報Jicに適合する連関情報(候補連関情報)が抽出されたか否かがCPU16にて判断される(S3)。

【0173】候補連関情報が少なくとも一つ以上抽出された場合にはS4へ進み、候補連関情報が全く抽出されなかった場合には、行動探索を行うために連関データベース部22からランダムに一つの連関情報を解連関情報として選択してS5に進む。

【0174】(4)候補連関情報が少なくとも一つ以上抽出された場合には、抽出された各候補連関情報から解連関情報が決定される(S4)。

【0175】各候補連関情報の状況改善期待度Ep=状況改善効果E×遷移確率S×実行容易度Wが計算され、所定閾値以上の値を有するか否かがCPU16にて判断される。判断の結果、状況改善期待度が所定閾値に満たない候補連関情報はメモリ17の一時記憶から消去される。そして、残った候補連関情報の中で最大の状況改善期待度を持つものを解連関情報としてS5に進む。もし、残った候補連関情報がない場合には、行動探索を行うために連関データベース部22からランダムに一つの連関情報を解連関情報として選択してS5に進む。

【0176】(5)次に、CPU16は解連関情報の行動情報に記述されるタイミング情報に従って、行動出力部24に行動情報に記述される行動素片情報を出力する(S5)。

【0177】行動出力部24は、受け取った行動素片情報に従って動作を開始する。なお動作とは、ロボットが駆動されることであり、例えばLED(9)が点滅したり、スピーカ13から音が発せられたり、ロボット1自体が移動したり変形したりする等である。

【0178】解連関情報が実行された後は、S1に戻る。

【0179】続いて、学習ループ1(信頼性学習部25、目標外行動学習部26)について説明する。

【0180】(6)まず、行動検索部23から行動出力部24に出力された解連関情報に従って動作を行っているか否かがCPU16にて判断される(S6)。

【0181】行っている場合にはS7に進み、行っていない場合にはS1へ戻る。S1へ戻る場合には、ロボットが何ら動作を行っていない状態である。

【0182】(7)ロボットが動作を行っている場合には、解連関情報に従った動作が終了しているか否かがCPU16にて判断される(S7)。

【0183】終了している場合にはS8へ進み、終了していない場合にはS1へ戻る。S1へ戻る場合には、ロボットが動作中である。

【0184】(8)動作が終了している場合には、CPU16が、解連関情報に記述された目的状況Jdと実際の動作後の状況Jdcとの遷移達成度B(Jdc, Jd)を計算し、目的状況Jdに達したか否かを判断する(S8)。遷移達成度B(Jdc, Jd)が所定閾値以上であれば選択された解連関情報による遷移は成功したとみなし、所定閾値未満であれば失敗したとして、遷移確率情報Siの内容を適宜更新していく。このような動作を行うことで解連関情報に対して信頼性学習を行っていく。

【0185】(9)次に、S8で失敗したとみなされた場合には、CPU16が、解連関情報の目的状況と異なる状況に遷移が行われたとみなして、解連関情報の初期状況と目的状況を実際の状況(スコア情報Sc含む)に置き換えた新たな連関情報(目標外行動連関情報)がCPU16によって生成される(S9)。この生成された連関情報は、同様の連関情報が連関データベース部22に存在していなければ記憶される。

【0186】S1へ戻る。

【0187】続いて、学習ループ2(他者行動学習部27)について説明する。

【0188】(10)まず、状況入力部21によって、被検出体(特に使用者)が何らかの行動をおこなっているか否かが検知される(S10)。

【0189】被検出体の行動が検知できた場合にはS11へ進み、検知できなかった場合にはS1へ進む。S1へ進む場合には、被検出体が検知範囲に存在しない、被検出体が行動を行っていない、または被検出体は行動を行っているがロボットがこの行動を認識できない、のいずれかの状態である。

【0190】(11)検知できた場合には、状況入力部21で検知された状況情報列をもとに被検出体の行動が終了しているか否かがCPU16によって判断される(S11)。

【0191】行動が終了している場合にはS12へ進み、終了していない場合にはS1へ進む。S1へ進む場合には、被検出体の行動が終了するまでロボットが、この被検出体の行動を検知しつづける。

【0192】(12)行動が終了した場合には、CPU16は、被検出体の初期状況Jiと、これに続いて行われた状況遷移行動Acと、状況遷移行動Acによって達成された目的状況Jdとを状況情報列から抽出し、これらを一組の連関情報(他者行動連関情報)として編集する(S12)。この編集された連関情報は、同様の連関情報が連関データベース部22に存在していなければ記憶される。

【0193】学習ループ2により、ロボットは、被検出

体の行動を自分の新たな動作パターンとして取り込むことができる。S1へ進む。

【0194】続いて、学習ループ3(状況調節行動学習部28、連鎖行動学習部29)について説明する。

【0195】(13)まず、連関データベース部22に新たに追加された連関情報があるか否かがCPU16により調べられる(S13)。

【0196】新たな連関情報が存在する場合にはS14に進み、存在しない場合にはS1へ進む。

【0197】新たな連関情報を検出するには、前回検出した時点での連関情報の個数をメモリ17に記憶させておき、この数値と今回検出した時点での連関情報の個数を比較して判断する方法や、前回検出した時点での連関情報全てのインデックス(R0001などの識別記号)をメモリ17に記憶させておき、この連関情報と今回検出した時点でのインデックスとを一つ一つ比較して判断する方法がある。

【0198】(14)システム起動時点、あるいは新たな連関情報が追加されていた場合には、状況調節行動学習部28によって、新たに追加された連関情報に基づいた新たな連関情報(状況調節行動連関情報)が生成され、同様の連関情報が連関データベース部22に存在していなければ記憶される(S14)。

【0199】(15)次に、連鎖行動学習部29にて、新たに追加された連関情報に基づいた新たな連関情報(連鎖行動連関情報)が生成され、同様の連関情報が連関データベース部22に存在していなければ記憶される(S15)。S1へ進む。

【0200】このような(1)～(15)の工程により、ロボットの行動が形成され/動作されていく。

【0201】具体的には、上述した1.行動探索能力により、ロボットが有効な行動を知らない場合にいくつかの知っている行動を試してその新たな効果を発見して学習したり、2.行動複製能力により、他者の行動を観察することにより新たな行動の存在を発見して学習したり、3.状況調整能力により、対処できない状況を対処可能な状況に変える行動を発見して学習したり、4.行動計画能力により、これまで別々の行動として知っていた複数の行動を連続して実行することの新たな効果を発見して学習したりという4つの学習をほぼ並列処理して行って動作パターンを増やしていく。

【0202】以上述べたような第1の実施の形態では、動作パターンとその活用法を時間の経過と共にロボット自体が自律的に学習し増加させていくことで、使用者の興味を薄れさせることなく継続して使用される。また、ロボットが行う行動が次第的に確かつ高度になり、使用者はロボットが成長していくことを実感できる。

【0203】また、従来のように特定の入力に対して略単一の動作を行うこともない。

【0204】また、使用者が新たに動作パターンを入力/記

憶させる必要がなく、操作性を向上させると共に、時間の経過と共に生物に限りなく近いロボットにすることができる。

【0205】また、行動パターンを被検出体から学ぶことで、自己の行動経験の範囲を超えた新しい行動を学習し自らの行動パタンの一つとすることができる。

【0206】また、行動の成功要因と失敗要因を抽出し、失敗要因を取り除き成功要因を取り込むような連関情報を形成するため、経験を積みほどこにより高い成功率で状況に対処することができる。

【0207】また、複数の行動パターンを組み合わせ、一連の行動パターンとすることで、個別の行動では達成できなかった状況に至らせることが可能となる。

【0208】また、ロボットの行動面における学習成長能力を従来にない高いレベルで実現し、使用者にとって使用する(育て)甲斐のある、より飽きのこないロボットを提供することができる。

【0209】次に、本発明に係る疑似生物システムをロボットにて実施した第2の実施形態の構成について図5を参照して説明する。

【0210】なお、以下の各実施の形態において同一構成要素は同一符号を付し重複する説明は省略する。

【0211】第2の実施形態の特徴は、ロボットを動作するプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を使ったロボットの行動形成方法である。

【0212】図5は第2の実施の形態を説明するためのブロック図であり、記憶媒体60は上記第1の実施の形態が実施されるプログラムが記憶されている。

【0213】(1)記憶媒体60内のプログラムは、電子機器なるパソコン61によって読み取られてメモリ62に記憶され、無線通信でこの読み取られたプログラムをロボット1に送信し、ロボット1内の制御部15内のメモリ17に記憶させる。

【0214】この場合にはパソコン61は、記憶媒体60が挿入される挿入部63、読み取り/記憶/演算動作をつかさどるCPU64、読み取られたプログラムを記憶するメモリ62、読み取られたプログラムをロボット1に送信する送信部65、キーボードやマウスなどの入力部66が設けられる。またロボット1には送信された動作信号を受信する受信部67が外装の一部分に設けられ、受信部67で受信された動作信号は制御部15内のメモリ17に記憶されて動作を開始する。

【0215】(2)またロボット1に設けられたプログラム読み取り部68に記憶媒体を挿入して直接ロボット1内の制御部15内のメモリ17にプログラムを記憶させて動作させることもできる。

【0216】このように(1)、(2)によってロボット1内のメモリ17にプログラムが記憶された後は上述した第1の実施の形態と同様の動作を行う。

【0217】このような第2の実施の形態では、同一の

ロボットで記憶されるプログラムの種類を変えることができ、例えば活動的なロボット用プログラムであればよく鳴きよく走るなどの活動的な動作を積極的に行うような、また甘えん坊なロボット用プログラムであれば使用者に甘えるような仕草と鳴き声を積極的に行うようなロボットになって、使用者が好むロボットを実現することができる。したがってロボットは1体購入するだけでなく、プログラムの種類を変えるだけで使用者は複数の楽しみを得ることができる。

【0218】なお、本発明は、上述した各実施の形態には限定されず、その主旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることは言うまでもない。例えば、ロボットの可動部もしくは本体に、ロボット周囲の温度を測定する温度センサを設けることも可能である。このようにすることで、ロボットは外部状況として周囲温度も扱うことができるようになる。

【0219】なお、本発明における記憶媒体としては、磁気ディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク（CD-ROM、CD-R、DVD等）、光磁気ディスク（MO等）、半導体メモリ等、コンピュータプログラムを記憶でき、かつコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であれば、その記憶形式と物理媒体の種類は何れの形態であってもよい。

【0220】また、記憶媒体からコンピュータにインストールされたコンピュータプログラムの指示に基づきコンピュータ上で稼動しているOS（オペレーションシステム）や、データベース管理ソフト、ネットワーク等のMW（ミドルウェア）等が本実施の形態を実現するための各処理の一部を実行してもよい。

【0221】さらに、本発明における記憶媒体は、コンピュータと独立した媒体に限らず、LANやインターネット等により伝送することを目的としてコンピュータプログラムを記憶または一時記憶した記憶媒体や、LANやインターネット等により伝送されたコンピュータプログラムをダウンロードして記憶または一時記憶した記憶媒体も含まれる。

【0222】また、記憶媒体は1つに限らず、複数の媒体から本実施形態における処理が実行される場合も、本発明における記憶媒体に含まれ、媒体の構成は何れの構成であってもよい。

【0223】なお、本発明におけるコンピュータは、記憶媒体に記憶されたプログラムに基づき、本実施の形態における各処理を実行するものであって、パソコン等の1つからなる装置、複数の装置がネットワーク接続されたシステム等の何れの構成であってもよい。

【0224】また、本発明におけるコンピュータとは、パソコンに限らず、情報処理機器に含まれる演算処理装置、マイコン等も含み、プログラムによって本発明の機能を実現することが可能な機器、装置を総称している。

【0225】また、行動形成方法はコンピュータプログ

ラムとして記憶されている。

【0226】また、本発明に係る疑似生物システムには、実体としてのロボットのほかに、擬人的あるいは擬生物的なキャラクタをCG（Computer Graphics）などの技術によりアニメーション化してコンピュータなどの表示画面上に仮想的に実体化させるソフトウェアアプリケーションも含まれる。この場合、行動出力部（24）はロボット（1）のモータを制御して各関節を所望の角度に運動させる代わりに、座標変換によってキャラクタの各関節を所望の角度に運動させたアニメーションを表示画面上に表示する。システムの実体がロボットではなくコンピュータなどであるため、実際のロボットと比較して取得可能な状況情報や実行可能な行動に若干の制約があるものの、本発明による行動形成方法を実行することが可能である。

【0227】また、目標外行動学習部に入力される情報は、状況入力部から直接入力される状況情報であっても、信頼性学習部から入力される情報（不成立連関情報）のいずれであっても構わない。

【0228】

【発明の効果】以上述べた様な本発明によれば、疑似生物自体が新たな動作パターンを作成し追加していくことで、使用者に飽きのこない疑似生物となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る疑似生物をロボットにて実施した第1の実施形態の斜視図。

【図2】 本発明に係る疑似生物をロボットにて実施した第1の実施形態のブロック線図。

【図3】 本発明に係る疑似生物をロボットにて実施した第1の実施形態の動作を説明するためのブロック線図。

【図4】 本発明に係る疑似生物をロボットにて実施した第1の実施形態の行動形成方法を説明するためのフローチャート。

【図5】 本発明に係る疑似生物をロボットにて実施した第2の実施形態を説明するためのブロック線図。

【符号の説明】

- 1 ロボット
- 2 頭部
- 3 右腕部
- 4 左腕部
- 5 右足部
- 6 左足部
- 7 しっぽ
- 8 胴体部
- 9 LED
- 10 撮像カメラ
- 11 静電容量式距離センサ
- 12 マイク
- 13 スピーカ

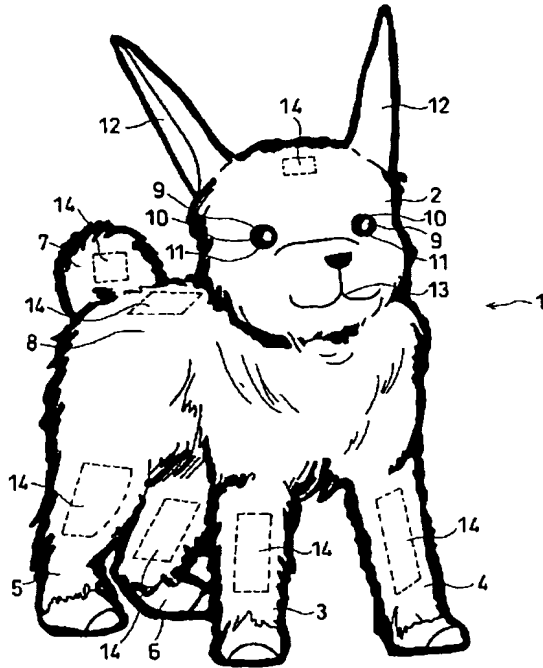
59

60

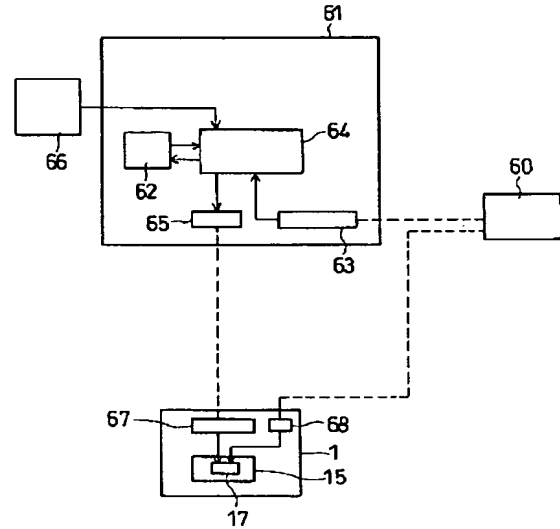
- 14 感圧センサ
- 15 制御部
- 16 CPU
- 17 メモリ
- 21 状況入力部
- 22 連関データベース部
- 23 行動検索部

- 24 行動出力部
- 25 信頼性学習部
- 26 目標外行動学習部
- 27 他者構造学習部
- 28 状況調節行動学習部
- 29 連鎖行動学習部

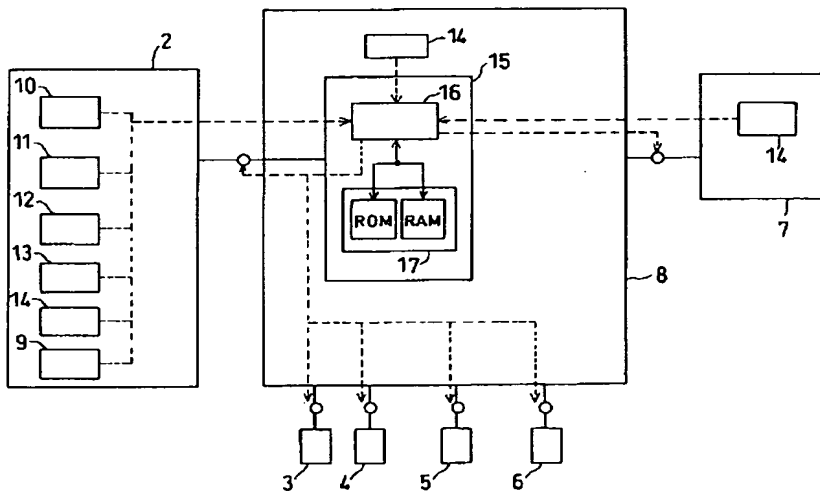
【図1】



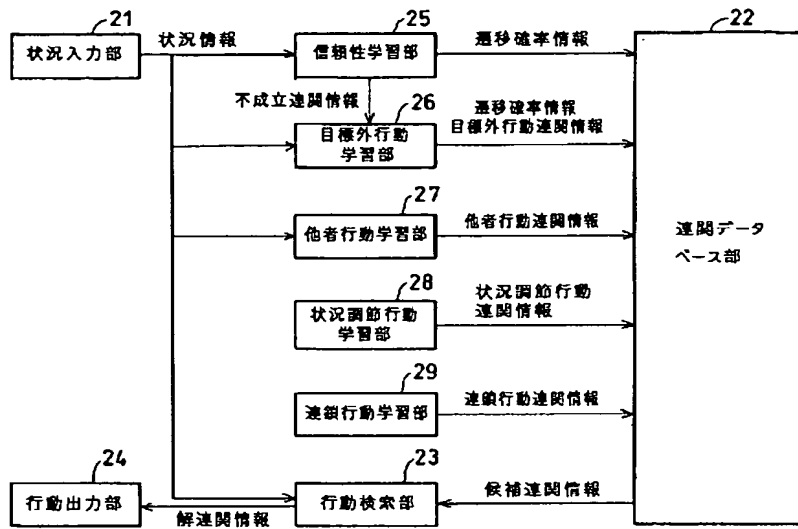
【図5】



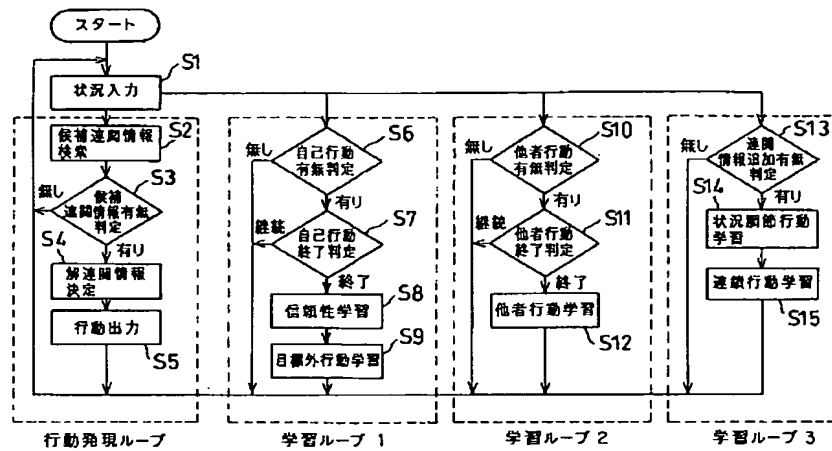
【図2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-163631

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl. G06N 3/00

A63H 11/00

B25J 5/00

B25J 13/00

(21)Application number : 2000-363303 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.11.2000 (72)Inventor : SUZUKI KAORU

(54) DUMMY CREATURE SYSTEM, ACTION FORMING METHOD FOR DUMMY CREATURE FOR THE SAME SYSTEM AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM DESCRIBING PROGRAM FOR MAKING THE SAME SYSTEM ACTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dummy creature system, an action forming method for dummy creature and a medium to be provided by a software application, with which a dummy creature itself newly generates a motion pattern by itself.

SOLUTION: A robot 1 (dummy creature system) is provided with a reliability learning part 25, out-of-target learning part 26, other action learning part 27, condition control action learning part 28 and chain action learning part 29. The robot 1 is composed of a condition input part 21 for detecting a condition outside the robot 1 and holding a dummy emotion, relational database part 22 for storing plural motion patterns, action retrieving part 23 for extracting the motion pattern corresponding to the external condition and the dummy emotion, and action

output part 23 for moving the robot 1 according to this motion pattern. The motion pattern, which is not stored in relational database part 22, is generated and stored by the reliability learning part 25 to the chain action learning part 29 so that motion patterns can be increased and speedily selected.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 10.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said external parameter value detected after being prepared in the

interior of said false living thing equipment and performing said selected association information, and said held internal parameter value, Calculate similarity with said external parameter value of said selected association information, and said internal parameter value, and when said similarity is beyond a predetermined value It is false living thing equipment which is made to increase said transition probability of said selected association information, and is characterized by providing a dependability study means to decrease said transition probability of said selected association information when said similarity is under a predetermined value.

[Claim 2] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more],

and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said external parameter value detected after being prepared in the interior of said false living thing equipment and performing said selected association information, and said held internal parameter value, Calculate similarity with said external parameter value of said selected association information, and said internal parameter value, and when said similarity is under a predetermined value Said external parameter value and said internal parameter value after action of said external parameter value before performing said selected association information and internal parameter value, and said selected association information, and action of this false living thing, False living thing equipment characterized by providing an action-target outside study means to memorize as association information if the association information made into a lot is generated and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 3] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external

parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said action which this detected body performed when the detected body was detected and this detected body acted with said outside circumference input means, The external parameter value of said detected body extracted from said external parameter value detected before and after this action, The internal parameter value of said detected body presumed from said external parameter value detected before and after this action, False living thing equipment

characterized by providing an others action study means to memorize if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 4] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said two or more association information that said external

parameter value and internal parameter value after action have the parameter value of abbreviation identitas is extracted from said association information memorized by said association database means. Said external parameter value and internal parameter value before said action of said association information than which it is less from said association information on the others from which transition probability was extracted among said extracted association information are made into the 1st parameter value. Said external parameter value and internal parameter value before said action of said other association information are made into the 2nd parameter value. Said 1st parameter value, The action to which said 1st parameter value is changed to said 2nd parameter value, False living thing equipment characterized by providing a situation adjustment action study means to memorize if said external parameter value and internal parameter value after action of said other association information are generated as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 5] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of having ***** of said false living

thing at least, as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information The 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Extract and said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter

value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action from said said 1st association information to said 2nd association information, and action of said 2nd association information, False living thing equipment characterized by providing a chain action study means to memorize as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 6] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of having ***** of said false living thing at least, as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as

becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information The 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 2nd association information, and internal parameter value. The 3rd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action is extracted. Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said

3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, Action of the said said 1st association information to 2nd [said] association information, and action from the 2nd association information to the 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, False living thing equipment characterized by providing a chain action study means to memorize as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 7] An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of having ***** of said false living thing at least, as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as

becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information The 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value. Said association information on an individual (n+1) is extracted. n (however, n two or more natural numbers) which makes one chain 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action -- a chain -- Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information on said n chain eye, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The action which

performs said action of the individual (n+1) from said said 1st association information to the association information on the above (n+1) in the sequence that said association information on an individual (n+1) was put in order, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of the association information on said ** (n+1), False living thing equipment characterized by providing a chain action study means to memorize as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 8] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action output process of making it exercising based on said selected association

information, and said external parameter value detected after performing said selected association information and said held internal parameter value, Calculate the similarity of said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, and **, and when said similarity is beyond a predetermined value It is the action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment which is made to increase said transition probability of said selected association information, and is characterized by having the dependability study process of decreasing said transition probability of said selected association information when said similarity is under a predetermined value.

[Claim 9] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action

output process of making it exercising based on said selected association information, and said external parameter value detected after performing said selected association information and said held internal parameter value, Calculate the similarity of said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, and **, and when said similarity is under a predetermined value Said external parameter value and internal parameter value before performing said selected association information, Said external parameter value and said internal parameter value after action of said selected association information, and action of this false living thing, The action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the action-target outside study process memorized as said association information if the association information made into a lot is generated and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 10] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of said false living thing as internal

parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action output process of making it exercising based on said selected association information, and said action which this detected body performed when the detected body was detected and this detected body acted with said outside circumference input means, The external parameter value of said detected body extracted from said external parameter value detected before and after this action, The internal parameter value of said detected body presumed from said external parameter value detected before and after this action, The action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the others action study process memorized if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 11] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value,

The process which holds the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, From said association information remembered to be the action output process of making it exercising based on said selected association information by said association database means Said two or more association information that said external parameter value and internal parameter value after action have the parameter value of abbreviation identitas is extracted. Said external parameter value and internal parameter value before said action of said association information which is less also than said association information approach of the others from which transition probability was extracted among said extracted association information are made into the 1st parameter value. The action to which said external parameter value and internal parameter value before said action of said other association information are made into the 2nd parameter value, and said 1st parameter value is changed to said 2nd parameter value, Said external parameter value and internal parameter value after action of said other association information, The action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the situation adjustment

action study process memorized as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 12] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of having ***** of said false living thing at least, as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action output process of making it exercising based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter

value, Extract and said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action from said said 1st association information to said 2nd association information, and action of said 2nd association information, The action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the chain action study process memorized as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 13] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of having ***** of said false living

thing at least, as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action output process of making it exercising based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 2nd association information, and internal parameter value. The 3rd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action is extracted. Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The external parameter value and internal parameter

value of said false living thing before action of said 1st association information, Action of the said said 1st association information to 2nd [said] association information, and action from the 2nd association information to the 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The action formation approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the chain action study process memorized as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 14] It is false living thing equipment which has a association database means to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The process which detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of having ***** of said false living thing at least, as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living

thing, The action output process of making it exercising based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value. Said association information on an individual $(n+1)$ is extracted. n (however, n two or more natural numbers) which makes one chain 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action -- a chain -- Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information on said n chain eye, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The action which performs said action of the individual $(n+1)$ from said said 1st association information to the association information on the above $(n+1)$ in the sequence that said association information on an individual $(n+1)$ was put in order, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of the association information on said ** $(n+1)$, The action formation

approach of the false living thing in the false living thing equipment characterized by having the chain action study process memorized as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 15] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible.

Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of said false living thing is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. Said external parameter value detected after said association information which was made to exercise based on said selected association information, and was chosen was performed, and said held internal parameter value, Make the similarity of said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, and ** calculate, and when said similarity is beyond a predetermined value It is the

storage which was made to increase said transition probability of said selected association information, and memorized the program which decreases said transition probability of said selected association information when said similarity was under a predetermined value and in which computer reading is possible.

[Claim 16] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible.

Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of said false living thing is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. Said external parameter value detected after said association information which was made to exercise based on said selected association information, and was chosen was performed, and said held internal parameter value, Make the similarity of said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, and ** calculate, and when said similarity is under a predetermined value Said external

parameter value and internal parameter value before said selected association information is performed, Said external parameter value and said internal parameter value after action of said selected association information, and action of this false living thing, The storage which memorized the program made to memorize as said association information if the association information made into a lot is made to generate and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 17] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible. Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of said false living thing is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. Said action which this detected body performed when it was made to exercise based on said selected association information,

the detected body was detected by said outside circumference input means and this detected body acted, The external parameter value of said detected body extracted from said external parameter value detected before and after this action, The internal parameter value of said detected body presumed from said external parameter value detected before and after this action, The storage which memorized the program made to memorize if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 18] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible. Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of said false living thing is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. From said association information which was

made to exercise based on said selected association information, and was memorized by said association database means Said two or more association information that said external parameter value and internal parameter value after action have the parameter value of abbreviation identitas is made to extract. Said external parameter value and internal parameter value before said action of said association information which is less also than said association information approach of the others from which transition probability was extracted among said extracted association information are made into the 1st parameter value. The action to which said external parameter value and internal parameter value before said action of said other association information are made into the 2nd parameter value, and said 1st parameter value is changed to said 2nd parameter value, Said external parameter value and internal parameter value after action of said other association information, The storage which memorized the program made to memorize as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 19] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a

association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible.

Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of having ***** of said false living thing at least is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. The 1st [among said association information which is made to exercise based on said selected association information, and is memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Make it extract and said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st

association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action from said said 1st association information to said 2nd association information, and action of said 2nd association information, The storage which memorized the program made to memorize as association information if it generates as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 20] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible.

Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of having ***** of said false living thing at least is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. The 1st [among said association information which is made to exercise based on said selected association information, and is memorized by said association database means]

association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 2nd association information, and internal parameter value. The 3rd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action is made to extract. Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, Action of the said said 1st association information to 2nd [said] association information, and action from the 2nd association information to the 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The storage which memorized the program made to memorize as association information if it is made to generate as association

information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 21] It is the storage made to remember it that computer reading of the program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible.

Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of having ***** of said false living thing at least is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. The 1st [among said association information which is made to exercise based on said selected association information, and is memorized by said association database means] association information, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value. Said association information on an individual (n+1) is made to extract. n (however, n two or more natural numbers) which makes one chain 2nd association information which has the external

parameter value and internal parameter value of said false living thing before action -- a chain -- Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information on said n chain eye, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The action which performs said action of the individual (n+1) from said said 1st association information to the association information on the above (n+1) in the sequence that said association information on an individual (n+1) was put in order, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of the association information on said ** (n+1), The storage which memorized the program made to memorize as association information if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means and in which computer reading is possible.

[Claim 22] It is the computer program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters.

The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of said false living thing hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and said external parameter value detected after said selected association information was performed and said held internal parameter value, Said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, the function to make the similarity of ** calculate, and when said similarity is beyond a predetermined value It is the computer program which said transition probability of said selected association information is made to increase, and realizes the function to decrease said transition probability of said selected association information when said similarity is under a predetermined value.

[Claim 23] It is the computer program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters.

The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of said false living thing hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and said external parameter value detected after said selected association information was performed and said held internal parameter value, Said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, the function to make the similarity of ** calculate, and when said similarity is under a predetermined value Said external parameter value and internal parameter value before said selected association information is performed, Said external parameter value and said internal parameter value after action of said selected association information, and action of this false living thing, The computer program which realizes the function made to memorize as association information if the association information made into a lot is made to generate and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 24] It is the computer program which operates the false living thing which

exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of said false living thing hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and said action which this detected body performed when the detected body was detected and this detected body acted with said outside circumference input means, The external parameter value of said detected body extracted from said external parameter value detected before and after this action, The internal parameter value of said detected body presumed from said external parameter value detected before and after this action, The computer program which realizes the function made to memorize if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 25] It is the computer program which operates the false living thing which

exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of said false living thing hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, From said association information remembered to be the function to make it exercise based on said selected association information by said association database means Said two or more association information that said external parameter value and internal parameter value after action have the parameter value of abbreviation identitas is made to extract. Said external parameter value and internal parameter value before said action of said association information which is less also than said association information approach of the others from which transition probability was extracted among said extracted association information are made into the 1st parameter value. The action to which said external parameter value and internal parameter value before said action of said other association information are made into the 2nd

parameter value, and said 1st parameter value is changed to said 2nd parameter value, The computer program which realizes the function made to memorize as association information if said external parameter value and internal parameter value after action of said other association information are generated as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 26] It is the computer program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters.

The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of having ***** of said false living thing at least hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter

value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Make it extract and said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action from said said 1st association information to said 2nd association information, and action of said 2nd association information, The computer program which realizes the function made to memorize as association information if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 27] The false living thing which said moving part is operated and exercises with a desired pattern of operation is operated. It is the computer program which has a association database means to memorize said pattern of operation for operating said moving part as association information which

consists of two or more parameters. The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of having ***** of said false living thing at least hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, The 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before the action which carries out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 2nd association information, and internal parameter value. The 3rd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action is made to extract. Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in

the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, Action of the said said 1st association information to 2nd [said] association information, and action from the 2nd association information to the 3rd association information, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 3rd association information, The computer program which realizes the function made to memorize as association information if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

[Claim 28] It is the computer program which operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, and operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of having ***** of said false living thing at least hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for

this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, Carry out abbreviation coincidence with the external parameter value of said false living thing after action of this 1st association information, and internal parameter value. Said association information on an individual (n+1) is made to extract. n (however, n two or more natural numbers) which makes one chain 2nd association information which has the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action -- a chain -- Said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information When lower than said ***** in the external parameter value and internal parameter value of said false living thing after action of said 2nd association information on said n chain eye, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing before action of said 1st association information, The action which performs said action of the individual (n+1) from said said 1st association information to the association information on the above (n+1) in the sequence that said association information on an individual (n+1) was put in order, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing

after action of the association information on said ** (n+1), The computer program which realizes the function made to memorize as association information if it is made to generate as association information on a lot and this generated association information is not memorized by said association database means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the storage which indicated the program which performs action formation of the action formation approach of the false living thing in false living thing equipment and false living thing equipment, and a false living thing and in which computer reading is possible.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the software application by which a character appears on the display screen of a computer, and the robot with the character nature which exists as a stereo are put on the market variously.

[0003] "TEO ("Theo": name trademark : FUJITSU) etc." etc. in which a character

like Tori like a dolphin as an example carried out as a software application for personal computers appears is famous, and the dog mold robot "AIBO (trademark: Sony)" of a design metallic as an example carried out as an independent robot etc. is famous. Moreover, a wheel transit robot "R100 (NEC)" with a face like an owl as an example carried out as a robot of the half-independence mold controlled by remoteness from an external computer etc. is famous.

[0004] These software applications and robots are the systems which aimed at that themselves made the character given as molding act as if he was alive. Therefore, the system is made so that the response of the feeling expression of a character, action, etc. may be outputted according to the input from a user.

[0005] Moreover, in these days, some of these software applications and robots have the capacity to recognize pattern information, such as a user's face image and a voice wave, and they are being developed so that it can answer considering such a pattern recognition result as input. Such a system is the so-called false biological system (or virtual biological system) which is going to give the false life to the character (it is not necessarily the living thing which exists really) which it is going to direct.

[0006] A false biological system is recognized also including the action whose system use person performs the perimeter environment of the stereo slack

computer of a system, or a robot, and a design which returns a predetermined response is made according to the condition inside the false living thing which changes according to the recognition result of such a perimeter environment. For example, if a user gives a furnace, a false living thing expresses joy, and if it treats unfairly, it will be [joy] peevish or get angry with it. Thus, for example, the false living thing equipped with the dialogism in feeling or the level of desire has only the dry dialogism for performing a practical task, unlike word-processing software or an industrial robot, it cures to a user, effectiveness is brought about, and it is being widely accepted regardless of age or sex from the reason it is glad that a user can own individually living thing ***** and the elaborate robot with which a paddle or such character nature has time in a user's interest and interest. [0007] By the way, three kinds of methods as shown in the method which opts for action of such a false living thing until now below at before are carried out, and the conventional false biological system was operating by these either. I, the selection activation method II, the bit method III, strengthening study method ****, and I are methods which most many false biological systems currently sold as a toy have adopted, and are the action manifestation method of choosing and performing one action corresponding to the signal inputted into the system out of two or more action patterns beforehand memorized by the storage section built in a system. If what kind of signal is inputted, it will be beforehand

included in the system by what kind of action should be carried out, and it will be made so that the correspondence relation (action pattern) between the input (situation) and action may bring about responsibility like a living thing. [it]

[0008] The signal inputted into the system is a signal from a photosensor or a pressure-sensitive sensor prepared for the stereo slack computer and robot of a system, and a predetermined signal is inputted, when a user passes through the front of the photosensor with which a system is equipped or a user strokes the pressure-sensitive sensor with which a system is equipped. Moreover, it is that a false living thing will call to a user if it is a software application when a user passes through a photosensor front, or this robot will begin to walk toward a user if it is a robot, or a false living thing emits a sound and an action pattern barks when a user strokes a pressure-sensitive sensor, and action of a false living thing performed to the input and it which become the cause of action is made into a group.

[0009] However, in such I, in order to choose the specific action pattern to a certain inputted signal and to make a false living thing perform this selected action pattern, if a situation is the same, the action same each time will be repeated. Therefore, there was a problem of being able to predict the action which a user memorizes the action pattern of a false living thing, and is sometimes performed to a degree, or, not sensing appropriate for a living thing

but becoming unpleasant to a false living thing, so that it used. [that interest gets tired of fading] Furthermore, it was not programmed to take the action regular to a certain situation, but the false living thing has not been sensed at all it to result [in what kind of situation] as a result of the action, but there was also a trouble that it could only perform reacting very momentarily in it.

[0010] In addition, as a development mold of I, the specific action pattern to a certain input signal was not limited to one, but were prepared, and although there was also a method that it was decided on that spot with a random number that it will be one, since there was no change in acting in the limited alternative currently prepared beforehand, without taking the result into consideration, there was no change in the above-mentioned problem occurring. [two or more]

[0011] Next, II is a method which the false biological system which emits language, such as a false living thing "Furby (trademark: Tiger electronics Limited)" which emits language, has adopt, and the point of choose and perform the action pattern corresponding to the signal inputted into the system out of two or more action patterns beforehand memorize by the storage section build in a system is the same as that of I.

[0012] However, it is the action manifestation method that the action pattern chosen with the elapsed time after the time information and the information on the amount of inputs which show the manifestation stage are added to the action

pattern memorized here and a system is started for the first time, and the given amount of an input changes at any time. As opposed to the signal inputted into a system from starting till 100 hours the action pattern which can be discovered For example, A, Are three kinds of B and C and either of these is performed according to an input signal. Moreover, there are eight kinds of C-J, either of these is performed, and there are the action patterns C, F, and G and J-Z in 1000 hours or more, and either of these is performed by the action pattern by 100 - 1000 hours. By carrying out like this, the passage of time and a furnace change an action pattern according to the got amount, namely, a false living thing can see [grow up] from a user.

[0013] However, although the point that a selectable action pattern changes according to elapsed time or the amount of inputs, as for II is different from I, the point of acting in the limited alternative currently prepared beforehand, without taking the result into consideration is completely the same as that of I. Therefore, there was the same problem as I also in II.

[0014] Next, it is the method equipped with the study nature adopted in order for III to give individuality to a false living thing or to refine action more, and it is the action manifestation method of the parameter of manifestation frequency being added to the storage section built in a system at each of two or more action patterns memorized beforehand, setting the larger action pattern of this

manifestation frequency in the situation that it corresponds, and being chosen.

[0015] When action which there are two or more selectable action patterns to one inputted signal, and was chosen from two or more of these action patterns is performed at this time, the manifestation frequency of that action changes by what kind of reaction a user does.

[0016] For example, when a user does after action the reaction of striking a false living thing (when the input to a pressure-sensitive sensor is large in a short time), to the action performed now, a false living thing judges, "I was scolded" and reduces the manifestation frequency of this action. On the other hand, when the reaction that a user strokes a false living thing is carried out (when the input to a pressure-sensitive sensor is small at long duration), to the action performed now, a false living thing judges, "It was praised" and raises the manifestation frequency of this action.

[0017] Thus, to the action which the false living thing took, a user can teach action good for an artificial life slack false living thing, and bad action by the same natural approach as the case where he associates with a dog and a cat because a user praises or scolds. Thus, the study performed by giving only evaluation whether it is bad whether it is good, to a result is called strengthening study. The false living thing which was performing action praised at first and action scolded not related by strengthening study which makes the manifestation

frequency of action fluctuate will perform only action praised as study progresses, and will not carry out action scolded. And since users differ for every false living thing depending on whether it is **** how, the selectivity of such an action pattern can make the individuality of a false living thing.

[0018] However, although the individuality of a false living thing is formed of strengthening study, since only action of familiarity with high manifestation frequency appears in ** by which there is no change in the ability to be able to choose action from the limited alternative prepared beforehand too, and study reached the peak under the constraint, the point which the problem that where of a user will get bored generates is the same as that of I and II.

[0019] One is chosen from the limited action pattern with which I-III which was described above was beforehand set up as a thing suitable for the situation when a false living thing acted (storage). With the passage of time, the interest to a false living thing was lost, and the user had the problem of stopping using it from being able to predict now the action pattern of a false living thing, and the reaction of a false living thing becoming single, thinking that they are the criteria of a toy after all etc.

[0020] Moreover, although individuality attachment can be performed, if it considers that the selected actuation is any one of the memorized action patterns It is individuality attachment for which it opts by whether the selection

range is large or small. More than the criteria set up beforehand, it did not say that it was as acting in the situation beyond the criteria to which it is set beforehand **** [, and], and for a user, there was appearance of the individuality attachment and growth, also when it was not satisfactory. [that a false living thing increases an action pattern]

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, since the conventional false living thing was chosen from from while the action pattern performed was memorized beforehand, prediction of action of a false living thing was attained as the user used the false living thing, and it had the problem that interest faded.

[0022] Then, this invention was made in view of the above-mentioned conventional trouble, makes an action pattern increase autonomously with the passage of time, and aims at offer of the storage which indicated the program which performs action formation of the action formation approach of the false living thing in the false biological system and the false living thing equipment which a user continues and can use a false living thing, and a false living thing and in which computer reading is possible.

[0023]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose

the false living thing equipment of this invention An outside circumference input means is false living thing equipment and detect the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value inside this false living thing equipment to realize the false living thing which exercises with a desired pattern of operation, An internal situation maintenance means to hold the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The external parameter value and internal parameter value of said false living thing the action to which said pattern of operation is made to carry out to this false living thing, and before this action, the external parameter value of said false living thing after this action and internal parameter value, and the transition probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said external parameter value detected after being prepared in the interior of said false living thing equipment and performing said selected association information, and said held internal parameter value, Calculate similarity with said external parameter value of said

selected association information, and said internal parameter value, and when said similarity is beyond a predetermined value Said transition probability of said selected association information is made to increase, and when said similarity is under a predetermined value, it consists of dependability study means to decrease said transition probability of said selected association information.

[0024] Moreover, the action formation approach of this invention realizes the false living thing which exercises with a desired pattern of operation. The process which is false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters, and detects the situation of said perimeter of a false living thing as an external parameter value, The process which holds the false feeling of said false living thing as internal parameter value, The action search procedure which chooses from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing, The action output process of making it exercising based on said selected association information, and said external parameter value detected after performing said selected association information and said held internal parameter value, Carry out similarity, and when [for which the similarity of said external parameter value of said selected association

information and said internal parameter value, and ** is calculated] said similarity is beyond a predetermined value Said transition probability of said selected association information is made to increase, and when said similarity is under a predetermined value, it is characterized by having the dependability study process of decreasing said transition probability of said selected association information.

[0025] Moreover, the storage of this invention operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation. It is the storage made to remember it that computer reading of the program to which action formation is made to carry out to the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters is possible. Make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, and the false feeling of said false living thing is made to hold as internal parameter value. Correspond to said external parameter value and said internal parameter value, and said pattern of operation made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means. Said external parameter value detected after said association information which was made to exercise based on said selected association information, and was chosen was performed, and said held internal

parameter value, Make the similarity of said external parameter value of said selected association information and said internal parameter value, and ** calculate, and when said similarity is beyond a predetermined value Said transition probability of said selected association information is made to increase, and when said similarity is under a predetermined value, it is characterized by decreasing said transition probability of said selected association information.

[0026] Moreover, the computer program of this invention operates the false living thing which exercises with a desired pattern of operation. It is the computer program which operates the false living thing equipment which has a association database means to memorize said pattern of operation as association information which consists of two or more parameters. The function to make the situation of said perimeter of a false living thing detect as an external parameter value, The function to make the false feeling of said false living thing hold as internal parameter value, The function as which said pattern of operation which corresponds to said external parameter value and said internal parameter value, and is made to perform for this false living thing is made to choose from said association information on said association database means, The function to make it exercise based on said selected association information, and said external parameter value detected after said selected association information was performed and said held internal parameter value, Said external parameter

value of said selected association information and said internal parameter value, the function to make the similarity of ** calculate, and when said similarity is beyond a predetermined value Said transition probability of said selected association information is made to increase, and when said similarity is under a predetermined value, it has the function to decrease said transition probability of said selected association information.

[0027] Moreover, an outside circumference input means for the robot of this invention to be a robot which exercises with a desired pattern of operation, and to detect the situation of said perimeter of a robot as an external parameter inside this robot, An internal situation maintenance means to hold said robot's false feeling as an internal parameter, Said robot's external parameter and internal parameter the action to which said pattern of operation is made to carry out to this robot, and before this action, the external parameter of said robot after this action and an internal parameter, and the success probability of this action -- since -- as becoming association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter and said internal parameter, and is made to perform to this robot, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said

selected association information Said external parameter detected after being prepared in the interior of said robot and performing said selected association information, and said held internal parameter, A dependability (similarity) count means to calculate similarity with said external parameter of said selected association information, and said internal parameter, Are prepared in the interior of said robot, and when said similarity is beyond a predetermined value Make said transition probability of said selected association information increase, and when said similarity is below a predetermined value Said external parameter and an internal parameter before decreasing said transition probability of said selected association information and performing said selected association information, Said external parameter and said internal parameter after action of said selected association information, and this robot's action, The association information which makes transition probability of this action a lot is generated, and if this generated association information is not memorized by said association database means, an action-target outside study means to memorize as association information is provided.

[0028] Moreover, an outside circumference input means for the robot of this invention to be a robot which exercises with a desired pattern of operation, and to detect the situation of said perimeter of a robot as an external parameter inside this robot, An internal situation maintenance means to hold said robot's

false feeling as an internal parameter, The action to which the pattern of operation made to perform to this robot is made to carry out to this robot, As association information on the lot which has the external parameter of said robot before this action and an internal parameter, the external parameter of said robot after this action, and an internal parameter A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter and said internal parameter, and is made to perform to this robot, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said action which this detected body performed when the detected body was detected and this detected body acted with said outside circumference input means, Said internal parameter which makes a parameter feeling of said detected body predicted to be said external parameter detected before and after this action from the condition of said detected body before and behind this action, It generates as association information on a lot, and an others action study means to memorize if this generated association information is not memorized by said association database means is provided.

[0029] Moreover, an outside circumference input means for the robot of this invention to be a robot which exercises with a desired pattern of operation, and

to detect the situation of said perimeter of a robot as an external parameter inside this robot, An internal situation maintenance means to hold said robot's false feeling as an internal parameter, The action to which the pattern of operation made to perform to this robot is made to carry out to this robot, As association information on the lot which has the external parameter of said robot before this action and an internal parameter, the external parameter of said robot after this action, and an internal parameter A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter and said internal parameter, and is made to perform to this robot, In the false living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information Said association information which has the same action is extracted from said association information memorized by said association database means. The association information to which said internal parameter after said action increases from said internal parameter before said action among said extracted association information, and said false feeling improves, Said exterior which decrease in number, compares the association information which becomes worse, and is included only in said improving association information, or said internal parameter is added to said association

information which becomes worse. Said exterior included only in said association information which becomes worse, or said internal parameter is deleted from said association information which becomes worse. If said association information for which an addition and deletion of this exterior and an internal parameter were made is not memorized by said association database means, a situation adjustment action study means to memorize as association information is provided.

[0030] Moreover, an outside circumference input means for the robot of this invention to be a robot which exercises with a desired pattern of operation, and to detect the situation of said perimeter of a robot as an external parameter inside this robot, An internal situation maintenance means to hold said robot's false feeling as an internal parameter, The action to which the pattern of operation made to perform to this robot is made to carry out to this robot, The external parameter of said robot before this action and an internal parameter, the external parameter of said robot after this action and an internal parameter, and the success probability of this action as association information on a lot A association database means to memorize [two or more], and an action retrieval means to choose from said association information on said association database means said pattern of operation which corresponds to said external parameter and said internal parameter, and is made to perform to this robot, In the false

living thing equipment which has an action output means to make it exercise based on said selected association information External parameter and internal parameter of said robot after action of the 1st [among said association information memorized by said association database means] association information, Said 1st and 2nd association information in which said robot's external parameter and internal parameter before action of the 2nd association information carry out abbreviation coincidence is extracted. External parameter and internal parameter of said robot before action of said 1st association information, External parameter and internal parameter of said robot after action of said 1st association information, action of said 2nd association information, and action of said 2nd association information, It generates as association information on a lot, and if this generated association information is not memorized by said association database means, a chain action study means to memorize as association information is provided.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0032] The false living thing which the false living thing equipment of this invention offers has the personification-or pseudo-living thing-gestalt as the appearance, for example, if it is the configuration of an animal, it imitates a

hamster, a cat, an ape, a dog, a rabbit, a parrot, a bear, a whale, etc., and if it is vegetation, it imitates a sunflower, a maple, sweet basil, etc.

[0033] moreover -- therefore, the false living thing equipment of this invention is the computer (electronic equipment) which can display the form of a false living thing as a gestalt of the operation, or is the robot which modeled the false living thing.

[0034] Drawing 1 thru/or drawing 4 show the 1st operation gestalt which carried out the false biological system concerning this invention by the robot.

[0035] Drawing 1 is the perspective view of the robot of a dog configuration.

[0036] A robot's 1 appearance is an abbreviation dog and consists of two or more moving part and bodies. Moving part consists of a head 2, the right arm section 3, the left arm section 4, the right leg section 5, the left leg section 6, and a tail 7. A body is idiosoma 8. Moreover, a head 2, the right arm section 3, the left arm section 4, the right leg section 5, the left leg section 6, and a tail 7 are connected to idiosoma 8 through a joint, and it can exercise for it to idiosoma 8. Angle sensor ** of each part which the driving force of the motor which generates driving force, and a motor was transmitted to this joint, and was driven which sometimes detects the posture (joint include angle) of **** is prepared.

[0037] Moreover, in the part which corresponds to the part which corresponds to a microphone 12 and opening in the part applicable to LED9 which can be

blinked and the image pick-up camera 10 with which the luminescent color differs in the part which corresponds to an eye in a head 2, the infrared type distance sensor 11, and a lug at a loudspeaker 13 and a frame, they are the pressure-sensitive sensor 14 and *****. In addition, the part applicable to opening and the part applicable to a lug can exercise in the predetermined direction.

[0038] Moreover, the pressure-sensitive sensor 14 is formed also in the right arm section 3, the left arm section 4, the right leg section 5, the left leg section 6, a tail 7, and idiosoma 8, respectively.

[0039] Next, drawing 2 is a robot's block block diagram.

[0040] A control section 15 is built in idiosoma 8. A control section 15 consists of memory 17 which serves as CPU16 from ROM and RAM. CPU16 is connected so that the signal for making reception and the motor of each joint drive the signal from various sensors (the image pick-up camera 10, the infrared type distance sensor 11, a microphone 12, a loudspeaker 13, the pressure-sensitive sensor 14, angle sensor) prepared for each moving part can be outputted.

[0041] Next, the function of this invention is explained using the block diagram for explaining the function of this invention of drawing 3.

[0042] This robot's function is explained about two points, "action manifestation capacity" and the "action organization potency force."

- The configurations for operating action manifestation capacity action manifestation capacity are the situation input section 21, the association database section 22, the action retrieval section 23, and the action output section 24.

[0043] The situation input section 21 is realized by a part of memory 17 which carries out storage maintenance of CPU16 which carries out reception processing of the signal from various sensors (each moving part of a robot 1, the image pick-up camera 10 formed in the body, the infrared type distance sensor 11, a microphone 12, the pressure-sensitive sensor 14, angle sensor of each joint), and various sensors, a signal, and its processing result. That is, processing which recognizes the signal from various sensors is performed by CPU16.

[0044] Moreover, the association database section 22 is realized using a part of memory 17.

[0045] Moreover, the action retrieval section 23 is realized by CPU16.

[0046] Moreover, the action output section 24 is realized by a part of memory 17 which memorizes the information for CPU16 which controls various output devices (LED9, a loudspeaker 13, motor of each joint), and various output devices, and its control. That is, processing which outputs actuation and expression expression of a robot through various output devices is performed by

CPU16.

[0047] First, the situation input section 21 obtains the situation data of robot 1 inside and outside. This situation data has the parameter value of M (M is the natural number) individual, and this M parameter consists of the external condition parameter (external parameter value) about the information acquired from a robot's 1 external world, and the internal-state parameter (internal parameter value) which shows the condition inside a robot 1.

[0048] An external condition parameter is in the condition of the environment of the perimeter which the robot 1 detected, as a result of being detected by the image pick-up camera 10, the electrostatic-capacity type distance sensor 11, the microphone 12, and the pressure-sensitive sensor 14 and receiving action of existence of the detected body, the feeling condition of the detected body and action, the detected body, or robot 1 the very thing. For example, it is the action to which the detected body is human being etc., the feeling condition of the detected body is human being's joy, anger, humor and pathos etc., and human being runs action of the detected body, and the result which receives action is in the condition of having collided with something, when human being runs, and an environmental condition is how many human beings exist in which direction of a robot's 1 perimeter.

[0049] He is [whether it is under / action / *****, and] the action and the robot 1

to which original false feeling and the original desire of a robot 1 which are formed in the situation input section 21 interior in response to the effect of an external condition parameter and elapsed time, a robot's 1 likes-and-dislikes decision result of the detected body, and the robot 1 performed the internal-state parameter. For example, desire is desire of the hunger sensation generated with the passage of time. Moreover, false feeling is feeling sensed when it has hunger sensation of being irritated. Moreover, action is action which approaches when it judges that the detected body is human being. Moreover, whether it is under action is whether to approach the detected body, after detecting the detected body. moreover, a robot 1 is made to generate, when the detected body is human being, the detected body is approached and a head 2 is able to be stroked (those with time amount contact with it) -- satisfaction -- feeling and storage of human being's stroked face contain. [the small thrust which the pressure-sensitive sensor 14 detects, and] [long]

[0050] Such an external condition parameter and an internal-state parameter are shown by notation data, such as an ID number for identifying an event, things, action, etc. which a robot can treat, and the numeric data showing a robot's false feeling or the value of desire on the strength.

[0051] About notation data, it is as in the following table 1.

[Table 1]

ID 番号	内容
0001	使用者 1
0002	歩く
0003	吠える
0004	見回す
0005	雨が降っている
0006	二人
0007	しっぽを振る
0008	テレビ
0009	見知らぬ人
0010	物音
0011	待つ
...	...
Nnnn	(未登録)

表 1

Moreover, as numeric data, it is as in the following table 2. The range of a value on the strength is made into 256 steps of 0-255.

[Table 2]

擬似的感情/欲求	強度値 (0-255)
喜び	156
怒り	50
哀しさ	23
寂しさ	48
楽しさ	200
恐れ	12
空腹感	120
好感	185
...	...
Nnnn	(未登録)

表 2

When there are K parameters ($K \leq M$) which indicate numeric data, these parameters can be treated as one K -dimensional vector which makes it a bundle and consists of the scalar quantity of K pieces. Furthermore, the weight according to the significance is respectively defined as each parameter of

numeric data beforehand, after each parameter value is able to multiply by the predetermined weighting factor, it is summarized as a vector, and 1 normalizes the die length (norm) of the vector further. If this vector normalized and generated is defined as a situation vector, the description of the situation which the numeric data shows with the sense of this situation vector can be expressed.

[0052] The data which consist of a parameter of these M situation data slack and one situation vector generated from K of numeric data of it will be called status information.

[0053] Detection formation of this status information is carried out periodically the predetermined period T, and the part for newest L period, an equivalent for i.e., a period (TxL), is memorized by the ring buffer formed in memory 17. That is, if detection formation of the new status information is carried out, the oldest status information of a ring buffer will be canceled and it will be transposed to the newest thing. Enumeration of the status information for the newest L period accumulated in this ring buffer will be called a status information train.

[0054] Moreover, three ring buffers which memorize a status information train are prepared for the situation input section 21 for a robot's action formation mentioned later.

[0055] The 1st is the ring buffer 1 for memorizing the newest status information train updated with formation of the periodical status information by the situation

input section 21. The 2nd is the ring buffer 2 for memorizing the status information of a just before [a robot's action initiation]. And the 3rd is the ring buffer 3 for memorizing the status information from immediately after a robot's completion of action.

[0056] The ring buffer 1 expresses the current situation of the inside and outside of a robot. Moreover, the situation Jic that it is actual when, as for the ring buffer 2, a robot starts action before the action which copies all the contents of the ring buffer 1 and mentions later is read as contents of this ring buffer 2. And the ring buffer 3 is copied from the time of a robot completing action with the status information for L period to renewal of the ring buffer 1, and the actual situation Jdc after the action mentioned later is read as contents of this ring buffer 3. That is, the ring buffers 2 and 3 are buffers for memorizing the situation before and after action, and a robot can read from here whether self action order was actually in what kind of situation, and can use it.

[0057] The association information R (after-mentioned) is memorized by the association database section 22. The association database section 22 is formed using a part of memory 17. In memory 17 In addition, pattern dictionary information for a robot to recognize the event and things with the signal from various sensors, [of a user, a desk, etc.] Body control information and sound data for an output required for a robot's action (actuation and expression

expression), the various kinds for operating the ring buffers 1-3 for holding the status information train formed from the external condition parameter formed of the situation input section 21, and an internal-state parameter, and other robots, or making it learn -- provisional or lasting information is memorized.

[0058] When the action Ac to which a situation is changed from a certain situation Ji to other situations Jd exists ($Ji+Ac \rightarrow Jd$ and description), the association information R consists of information which makes 1 set the status information train showing Ji , the status information train showing Jd , and one action information that Ac is expressed, and is described to be $R = [Ji, Ac, Jd]$. The situation Ji which association information has, and Jd are enumerations (status information train) of the status information for L period which the situation input section 21 will observe under each situation, and when such a status information train is observed, it is sample data in which it is shown that they are Ji and Jd .

[0059] The action Ac which causes an initial situation for Ji at this time, and causes the transition to Jd from the purpose situation and Ji for Jd will be called situation transition action. ID information for the situation transition action Ac to identify the unit actuation (action element) illustrated to the above-mentioned table 1 (for example, 0002 of Table 1 "he walks"), The timing information which performs unit actuation (action element) of the action identified for this ID

information (for example, after 0 second), It is constituted as a list including one or more action element information which consists of the operational-parameter information showing the object (for example, 0001 of Table 1 "a user") of the action added if needed etc. For example, association information is as follows.

[0060] Association information R0001: Initial situation Ji = "a user is not in a side and is lonely" (lonesomeness = 221)

Situation transition action Ac = "a user is looked for on that spot" (after [of action element ID=0004] +0 second)

The purpose situation Jd = "I am glad to find a user" (detected body ID= 0001, = 255)

Association information R0002: Initial situation Ji = "an unknown man is and is fearful" (detected body ID= 0009, = 194)

Situation transition action Ac = "it barks at the man" (after [of ID=0009 for action element ID=0003+] +0 second)

the purpose situation Jd = -- "-- an unknown man -- being absent -- becoming -- relief" (= 25)

Association information R0003: Initial situation Ji = "a user is not in a side and is lonely" (lonesomeness = 221)

Situation transition action Ac = "it barks" (after [of action element ID=0003] +0 second)

The purpose situation Jd = "a user is glad to come" (detected body ID= 0001, = 255)

Association information R0004: Initial situation Ji = "voice can be heard" (detected body ID=0010+ bearing = 40 degrees)

Situation transition action Ac = "the Lord of voice is looked for, going there" (action element ID=0002+ bearing = after [of 40 degree] +0 second) (after [of action element ID=0004] +0 second)

The purpose situation Jd = "I am glad to find the Lord (user) of voice" (detected body ID= 0001, = 255)

The situation transition action Ac includes one or more action element information that unit actuation of walking, barking, looking is directed, and this action element information seems moreover, to refer to as it "Looking for the Lord of voice with a walk (action element information looking for [two] the Lord of voice who walks)" two or more. Furthermore, since nothing is done but it results in Situation Jd automatically only by waiting depending on Situation Ji, the action information Ac only with one action element "it waits" which does not specify an object expresses action of doing nothing as a result.

[0061] Next, the action retrieval section 23 compares the current situation Jic outputted from the situation input section 21 with the initial situation Ji of association information R= [Ji, Ac, Jd] memorized by the association database

section 22.

[0062] A comparison is performed by searching for the score information Sc calculated from the current situation Jic and an initial situation Ji . The score information Sc on the association information R over the current situation Jic (Jic, R) has four parameters of $W(R)$, whenever situation goodness of fit $A(Jic, R)$, situation improvement effect $E(R)$, transition probability $S(R)$, and activation easy, and it expresses them like $Sc(Jic, R) = [A(Jic, R), E(R), S(R), W(R)]$. Based on score information $Sc(Jic, R) = [A(Jic, R), E(R), S(R), W(R)]$, one solution association information is extracted out of two or more association information R .

[0063] Here, the calculation approach of four parameters $A(Jic, R)$ and $E(R)$, $S(R)$, and $W(R)$ is explained.

(1) Define the situation similarity $Sj(Ja, Jb)$ as a scale which evaluates the similarity of the situation goodness of fit $A(Jic, R)$ 2 ** situations Ja and Jb . The situation similarity $Sj(Ja, Jb)$ of Situations Ja and Jb is calculated as the product of the similarity $Sk(Ja, Jb)$ of the notation data of an individual which each of Ja and Jb has (xL) $(M-K)$, and the similarity $Sv(Ja, Jb)$ of the numeric data of an individual which each of Ja and Jb has (KxL) , i.e., $Sj(Ja, Jb) = Sk(Ja, Jb) \times Sv(Ja, Jb)$.

[0064] The similarity $Sk(Ja, Jb)$ of notation data information is calculated as a

value to which the notation data for L period normalized the number which is in agreement with each other by $((M-K) \times L)$ by each time-of-day (M-K) individual which Ja and Jb have respectively. The range of this value of $S_k(Ja, Jb)$ is $\{S_k(Ja, Jb) \mid 0 \leq S_k(Ja, Jb) \leq 1\}$. At this time, the notation data of two situations Ja and Jb are in agreement, so that $S_k(Ja, Jb)$ is close to 1, and it is different, so that it is conversely close to 0.

[0065] Moreover, the similarity $S_v(Ja, Jb)$ of numeric data is called for as a value which averaged the inner product $\{I_p = (V_a \cdot V_b) \mid -1 \leq I_p \leq 1\}$ of the situation vectors V_a and V_b of each time of day which Ja and Jb have respectively by L period. Since the value of the numeric data which constitutes a situation vector is zero or more, the angle which all situation vectors always have in the 1st quadrant of K-dimensional superspace, and such two situation vectors V_a and V_b constitute is from 0 times to 90 degrees. Therefore, the range of the inner product value of V_a and V_b is $S_v(Ja, Jb)$ which is $\{I_p = (V_a \cdot V_b) \mid 0 \leq I_p \leq 1\}$, averages a part for the L period, and is calculated in fact. The range of a value is also set to $\{S_v(Ja, Jb) \mid 0 \leq S_v(Ja, Jb) \leq 1\}$. The numeric data of two situations Ja and Jb is in agreement, so that this $S_v(Ja, Jb)$ is close to 1 (completely [in namely, zero angle to accomplish] coincidence), and it will be said that it is different, so that it is conversely close to 0 (completely [in namely, 90 angles to accomplish] rectangular cross).

[0066] The situation similarity $S_j(J_a, J_b)$ is called for as $S_k(J_a, J_b) \times S_v(J_a, J_b)$.

The range of the value of the situation similarity $S_j(J_a, J_b)$ is $\{S_j(J_a, J_b): 0 \leq S_j(J_a, J_b) \leq 1\}$, two situations J_a and J_b are in agreement also in respect of a notation or a numeric value, so that this $S_j(J_a, J_b)$ is close to 1, and it is different, so that it is conversely close to 0.

[0067] Here, it is the actual situation J_{ic} and association information before transition. The situation similarity $S_j(J_{ic}, J_i)$ between the initial situations J_i of $R = [J_i, A_c, J_d]$ is defined as the situation goodness of fit $A(J_{ic}, R)$. if there is this $A(J_{ic}, R)$ beyond a predetermined threshold, the current situation J_{ic} should result in the purpose situation J_d which R shows by bearing a strong resemblance to the initial situation J_i of the association information R , and performing action A_c which R directs in this situation J_{ic} -- there will be *****. In addition, the situation similarity $S_j(J_{dc}, J_d)$ between the actual situation J_{dc} after transition and the purpose situation J_d of association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ will be called $B(J_{dc}, R)$ whenever [transition achievement]. The transition of which [the actual situation's J_{dc} after transition] as for this, corresponds with the target situation J_d and the purpose of which is the scale which measures whether it was attained well. if there is this $B(J_{dc}, R)$ beyond a predetermined threshold, the situation J_{dc} after transition should result in the purpose situation J_d which R shows by bearing a strong resemblance to the purpose situation J_d of the

association information R, and performing action A_c which R directs -- it will be said that **, i.e., transition, was successful.

(2) Situation improvement effect E (R) Situation improvement effect E (R) about certain association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ asks for how a robot's 1 pleasant-sensation ***** C changes before and after the situation transition action A_c which R shows (J_i and J_d). This pleasant-sensation ***** C is a parameter which shows ***** of the robot called for from the false feeling in an internal-state parameter, and desire, and is described like C (J) to Situation J.

[0068] A robot's 1 ***** changes according to the likes-and-dislikes decision result and desire sufficiency situation over the detected body which exists in the external world. For example, when desire is actually satisfied after detecting the object in which desire sufficiency is possible, when it cooperates with a favorite partner when a robot discovers a favorite object and a favorite partner, or a disagreeable partner is opposed, the value of pleasant-sensation ***** C is raised. The upper limit of C at this time is set to 1. Moreover, when the object disappears before sufficiency after detecting the object in which desire sufficiency is possible, when it cannot cooperate with a favorite partner when a robot discovers a disagreeable object and a disagreeable partner, or it profits as a disagreeable partner in the reverse situation, the value of pleasant-sensation ***** C is reduced. The minimum of C at this time is set to -1.

[0069] Thus, pleasant-sensation ***** C (J) functions as a scale which evaluates the desirability of the situation J for a robot 1. And it means that the desirability of a situation is greatly improved by the situation transition action Ac, so that a difference $\{E(R) = C(J_d) - C(J_i) : -2 \leq E(R) \leq 2\}$ with pleasant-sensation ***** C (Jd) and C (Ji) in the purpose situation Jd and initial situation Ji of association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ is just large.

(3) Transition probability S (R) As for transition probability S (R) about certain association information $R = [J_i, A_c, J_d]$, the association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ means whether (whether it to be materialized) in the right in what probability.

This is because it does not know whether the purpose situation Jd can be reached certainly even if it performs situation transition action Ac described by the association information R in an initial situation Ji for the indefinite element in the external world. When situation transition action Ac is performed and the purpose situation Jd is reached, transition would be successful (association information was materialized), that is, this association information R will say that it was surely shown by the transition $(J_i + A_c \rightarrow J_d)$ which actually takes place.

[0070] Transition probability S (R) is calculated for every association information in the range of the value of $\{S(R) : 0 \leq S(R) \leq 1\}$. quotient $S(R)/=$ with the count $N_s (R)$ in which it was described as transition probability S (R) about the association information R, and the transition actually succeeded with the count

Nt of activation of the association information $R(R)$ -- it is calculated as $Ns(R)/Nt(R)$. However, since it is $Nt(R) = 0$ and $Ns(R) = 0$, the initial state according to which association information R is not performed once yet cannot define Quotient $Ns(R) / Nt(R)$. The transition probability in this case presupposes that it is $S(R) = 0$. Association information R Related $Nt(R)$, $Ns(R)$, and $S(R)$ are collectively expressed as transition probability information $Si(R) = [Ns(R), Nt(R), S(R)]$.

(4) $W(R)$ whenever activation easy Whenever activation easy [about certain association information $R = [Ji, Ac, Jd]$], it is the scale which measures how low the cost of $W(R)$ concerning activation of the action Ac which the association information R directs tend to be, i.e., which does Action Ac perform?. Whenever activation easy, $W(R)$ is calculated as a number (even the minimum one piece) of an action element of the inverse numbers $\{U(Ac): 0 \leq U(Ac) \leq 1\}$ which constitute Action Ac . Here, it becomes so large that the laborsaving characteristic of Action Ac , a call, and Action Ac complete $U(Ac)$ in little actuation. It expresses that it is the easy action which the range of the value of $W(R)$ is $\{W(R): 0 < W(R) \leq 1\}$ whenever activation easy, and completes Action Ac in little actuation, so that $W(R)$ is large.

[0071] Such (1) After asking for - (4), one solution association information R is extracted. Specifically, that from which $\{Ep(R) = E(R) \times S(R) \times W(R): -2 \leq Ep(R)$

≤ 2 becomes [situation goodness of fit A (R)] beyond a predetermined threshold and max whenever [product / of W (R) /, i.e., situation improvement expectation,] beyond a predetermined threshold whenever **** and situation improvement effect E (R) and transition probability S (R) and activation easy is chosen. that is, a situation is improved by few efforts among the applicable actions (the situation goodness of fit A beyond a predetermined threshold) whose robots know the selected solution association information to the current situation Ji -- most -- goodness -- it is action with that right (Ep serves as max whenever [situation improvement expected] above a predetermined threshold).

[0072] Next, the action output section 24 performs the contents of action element information to predetermined timing based on the solution association information chosen in the action retrieval section 23.

[0073] For example, a robot is indoors alone and presupposes that it was lonely (situation Jic). The score information Sc mentioned above is calculated and association information (candidate association information) with an initial situation similar to this situation Jic is extracted from the association database section 22. the extracted association information -- following three [for example,] -- it was -- ** -- carrying out .

[0074] Association information R1=[Ji1: The Jd1:user to whom a user is not in a side, looks around a lonely Ac1:hit, and looks for a user is found, and it is

delightful].

$$(Ep(R1) = E(R1) \times S(R1) \times W(R1) = 1.0 \times 0.3 \times 0.8 = 0.24)$$

Association information R2=[Ji2: A user is not in a side, the lonely Jd2:user at whom Ac2: Bark comes, and it is delightful].

$$(Ep(R2) = E(R2) \times S(R2) \times W(R2) = 1.0 \times 0.5 \times 1.0 = 0.5)$$

Association information R3=[Ji3: The Jd3:user to whom a user is not in a side and looks for a user with a lonely Ac3:walk is found, and it is delightful].

$$(Ep(R3) = E(R3) \times S(R3) \times W(R3) = 1.0 \times 0.7 \times 0.5 = 0.35)$$

Supposing the threshold of Ep is 0.1 whenever [situation improvement expected] at this time, the association information R2 which exceeds a threshold from this inside and has $Ep=0.5$ whenever [greatest situation improvement expected] will be chosen as solution association information that Situation Jic is improved most.

[0075] A robot performs body actuation which operates the motor of each moving part and barks according to the selected solution association information R2, barking from a loudspeaker 13 and outputting voice.

- The configurations for operating the action organization potency force action organization potency force are the dependability study section 25, the action-target outside study section 26, the others action study section 27, the situation adjustment action study section 28, and the chain action study section

29.

[0076] The dependability study section 25, the action-target outside study section 26, the others action study section 27, the situation adjustment action study section 28, and the chain action study section 29 are chiefly realized by CPU16 in a control section 15, and a part of memory 17. That is, processing which these components perform is performed by CPU16.

[0077] There is the following four capacity in this action organization potency force further.

1. Each action searching ability 2. action duplicate capacity 3. situation regulating ability 4. action plan capacity above-mentioned capacity operates by the chain action study section 29 corresponding, respectively to the situation accommodation action study sections 28 and 4 to the others action study sections 27 and 3 to the dependability study section 25 and the action-target outside study sections 26 and 2 to 1.

[0078] First, each capacity is explained.

(Action searching ability) Action searching ability is performed by the action retrieval section 23 mentioned above, the dependability study 25 mentioned later, and the action-target outside study section 26.

[0079] Supposing one has not memorized the action (Ep [Whenever / situation improvement expected] beyond a predetermined threshold) (association

information) which it is possible (the situation goodness of fit A beyond a predetermined threshold) in application, and the robot which encountered a certain situation Jic can expect in the situation that a situation improvement effect is by few efforts in the association database section 22, the action retrieval section 23 cannot choose solution association information. It is because only inapplicable action (the situation goodness of fit A under a predetermined threshold) is memorized by it in little (Ep [Whenever / situation improvement expected] under a predetermined threshold) action of the hope which can improve a situation by few efforts, and Situation Jic even if application is possible in Situation Jic in the association database section 22. Then, in such a case, the action retrieval section 23 is restricted, and chooses one association information from the association database section 22 as solution (it is provisional) association information with a random number.

[0080] Selected association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ is possible (the situation goodness of fit A (J_{ic}, R) beyond a predetermined threshold) in application in Situation Jic, and when the situation Jdc after the action A_c was performed is similar to the purpose situation Jd enough (whenever [transition achievement] B (J_{dc}, R) beyond a predetermined threshold), transition probability S (R) is made to increase. Although the selected association information R is applicable, when not similar (whenever [transition achievement] B (J_{dc}, R) under a

predetermined threshold) to the target situation Jd that the situation Jdc after the action Ac activation was planned, transition probability S (R) is decreased. On the contrary, with it New association information (action-target outside association information) $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ showing actual transition ($Jic+Ac \rightarrow Jdc$) is generated. It is set as [1, 1, 1] showing having succeeded the transition probability information $Si(R1) = [Ns(R1), Nt(R1), S(R1)]$ once by one trial, and transition ($Jic+Ac \rightarrow Jdc$) is knowledge-ized by memorizing these [R1 and S (R1)] in the association database section 22.

[0081] Selected association information $R = [Ji, Ac, Jd]$ sets in Situation Jic. Moreover, when it cannot apply (the situation goodness of fit A (Jic, R) under a predetermined threshold) Scale slack transition probability S (R) which shows the rightness of this association information R is not changed because the initial situation Ji is not similar to the actual situation Jic from the first. New association information (action-target outside association information) $R1 =$ showing actual transition ($Jic+Ac \rightarrow Jdc$) $[Jic, Ac, Jdc]$ It generates. It is set as [1, 1, 1] showing having succeeded that transition probability information $Si(R1) = [Ns(R1), Nt(R1), S(R1)]$ once by one trial, and only knowledge-ization of this transition is performed by memorizing these [R1 and S (R1)] in the association database section 22.

[0082] Thus, by choosing one association information R from the association

information for which it is doubtful of the force of the effectiveness are as being inapplicable **** [, and], and confirming the result [that whenever / situation improvement expected / is low] Change transition probability [of the selected association information R] $S(R)$, or (It is based on the dependability study section 25 mentioned later) The new association information (action-target outside association information) R_1 for knowledge-izing transition which actually took place can be generated (based on the action-target outside study section 26 mentioned later), and a robot can know the new side face of Action A_c . And when applicable association information is tried, the association information R from which transition probability $S(R)$ was increased as a result comes to be preferentially chosen in a situation similar to Situation J_{ic} , and the association information R to which transition probability $S(R)$ decreased becomes that it is hard to be chosen increasingly in a situation similar to Situation J_{ic} . That is, association information (transition probability S increases) materialized under a certain situation and association information (transition probability S decreases) which is not materialized are clarified. Moreover, an applicable /impossibility is not asked, but as a result of performing association information R chosen suitably in this way, new association information (action-target outside association information) R_1 materialized under the situation is clarified. That is, that (example of a success) to which the knowledge what kind of situation is

brought about by action has improved the situation, and the thing (example of failure) which has not improved are accumulated in the association database 22 in the form of association information.

[0083] The transition probability S of all the association information that the action searching ability described above applies [the initial stage to which a robot began to start actuation and] is demonstrated especially at a still small stage. Moreover, it is also the same as even if duration of service becomes long, when not succeeding in trial there is little occurrence frequency of the initial situation described by association information, and sufficient. Or since the environment of the perimeter of a robot changed suddenly like a service space and a user changing, it is also the same as when many of association information which the robot has does not become unapplicable ability or it stops materializing. The conventional robot by which selectable action is given fixed in the specific situation was not able to cope with fluctuation of such a dramatic environment.

[0084] This action searching ability is committed as follows. For example, although the robot scolded by the user is going to escape from this user, the situation of having run closely further and having been scolded is considered. A robot presupposes that only the following association information $R1$ which has "it escapes" in the action information $Ac1$ as applicable association information

in the situation Jic of being scolded was memorized in the association database section 22.

[0085] R1= [Ji1 : Ac1: Jd2:] which is scolded, which escapes and which ran away

Naturally, although a robot performs this association information R1, by running closely after a user, it does not result in the situation Jd2 which this association information R1 suggests and "which ran away", but it is told that this association information R1 is not helpful here. When transition probability [of the association information R1] S (R) becomes very small and Ep (R) is [whenever / situation improvement expected] less than a predetermined threshold, it becomes impossible and to already perform this association information R1, while transition establishment [of this association information R1] S (R) decreases and repeats such a thing several times. Of course, at this time, since the robot does not have the leading association information for others, he can perform nothing. Then, a robot will try other association information according to action searching ability. After carrying out some useless struggles probably, a robot performs the following association information R2 which is by chance completely chosen by another initial situation "it is glad" and which has "it dances" in the action information Ac2.

[0086] R2= [-- Ji2: -- delightful Jd2: to Ac2: dance -- pleasant]

The initial situations Ji1 and Ji2 of R1 and R2 completely differ. The action Ac2 "to dance" is action which is not chosen by any means in the situation "is scolded" if it is usual. However, as a result of a robot's "beginning to dance" according to action searching ability, a user has the resentment dodged and presupposes that investigation has been stopped. consequently, a robot needs to result in the situation "scolded no longer" by performing action "it dancing" in the initial situation "currently scolded by the user" -- ***** is got to know for the first time by actually experiencing. And this experience is added to the association database section 22 as new association information (action-target outside association information) R3 shown below, and comes to affect a robot's future action.

[0087] It is action association information R3=[Ji3 target outside. : Ac3 currently scolded : Jd3 to dance :] scolded no longer

What kind of signal various sensors detect here presupposes that memory 17 memorizes beforehand. For example, it is recognized by the robot as a condition that the voice to a robot's microphone with louder it being recognized by the robot as a condition which the force in the pressure-sensitive sensor of a robot head with bigger a user hitting a robot on a head and scolding than a predetermined value is shorter than predetermined time, and is detected, and a user shouting at a robot, and scolding than a predetermined value is detected.

[0088] In addition, the action which a robot can try is limited to the action memorized by the association database section 22 as association information, and cannot perform action which deviated from it so that it may understand also in this example. Action searching ability is the experience capacity for getting to know the new effectiveness of known action to the last.

(Action duplicate capacity) According to the above-mentioned action searching ability, a robot can discover now the new effectiveness of known action (for example, "it dances"), i.e., the transition which was not able to be predicted, from the transition which actually took place. Consequently, although a robot cannot increase the contents of action itself, he can increase the knowledge which masters action. However, a robot cannot discover new action yet.

[0089] the ability of the action imitation are a robot's observing the strange action which the others' perform in a self perimeter, and the action duplicate capacity performed on the other hand by the others action study section 27 which mentions later acquiring the information "it being able to do like this if it carries out like this in this situation", making this new association information (others action association information) R, and memorizing to the association database section 22, and gain self new action -- it is powerful

[0090] For example, when User X is crying, suppose that the robot was observing the user X who is crying having stopped crying and having shown the

smiling face because another user Y strokes or gives a tight hug to the back of this user X that is crying.

[0091] The robot is detecting this the actuation of a series of with the image pick-up camera and the microphone, and it recognizes that the situation Ji "it is crying" changes in the situation Jd of "stopping crying and showing a smiling face" by "that the back is stroked *****" and the action Ac to which "that a tight hug is given *****" is carried out by User Y. [of User X] In addition, expression, such as expression which is crying over memory 17, expression which stops crying and which is not /Crying, and a smiling face, is memorized beforehand, and a robot shall recognize now. moreover, the back is stroked (action element: it lets the + action element:forelimb contacted for a forelimb slide) -- a tight hug is given (action element: -- + action element: which holds an object by both forelimbs -- for a while, it comes out as it is and is) -- ** -- the said action can also be recognized as a chain of the action element beforehand memorized by memory 17.

[0092] Then, in order for someone to make the initial situation Ji "which is crying" result in "it stopping crying" or the purpose situation Jd of "showing a smiling face", a robot It knows that it can attain by these those that are crying "the back being stroked" or action Ac of "giving a tight hug." These [Ji, Ac, and Jd] are summarized as association information (others action association information)

$R[\text{ of a new lot }] = [J_i, A_c, J_d]$, this others action association information R is added to the association database section 22, and action itself is made to increase.

[0093] In addition, the action which a robot can see in this way and can be reproduced by imitation is limited to the action which a robot can perform as a combination of the action element memorized by memory 17, and cannot reproduce the action which deviated from it. Action duplicate capacity is the experience capacity for getting to know the new effectiveness of the action which consists of a known or new combination by the known action element to the last by observing the others' action.

When there are two different association information $R_1 = [J_{i1}, A_{c1}, J_d]$ which leaves different initial situations J_{i1} and J_{i2} , and $R_2 = [J_{i2}, A_{c2}, J_d]$ aiming at the situation J_d that the purpose situation is the same, (Situation regulating ability) According to the difference among initial situations J_{i1} and J_{i2} , and the difference among actions A_{c1} and A_{c2} , the transition probability S of R_1 (R_1) is high, and it happens in the transition probability S of R_2 (R_2) that it is low. That is, although it is easy to result in J_d if it is from J_{i1} , it may be said that resulting [from J_{i2}] in J_d is rare.

[0094] It is the thing of the capacity to gain the auxiliary preparation action make it easy to generate new association information (situation accommodation action

association information) $R3 = [Ji2, Ac3, Ji1]$ which makes an initial situation the situation $Ji2$ that such transition cannot be easily successful, with the situation regulating ability performed by the situation adjustment action study section 28 mentioned later, and makes the purpose situation the situation $Ji1$ that transition tends to be successful, to add to the association database section 22, and to result from $Ji2$ to Jd .

[0095] This instead of making it transit directly from $Ji2$ to Jd by association information $R2 = [Ji2, Ac2, Jd]$ which is easy to go wrong ($Ji2 + Ac2 \rightarrow Jd$) It results to the situation $Ji1$ of being easy to succeed from the situation $Ji2$ of being easy to fail by situation accommodation action association information $R3 = [Ji2, Ac3, Ji1]$ first. Next, it is that a robot learns the action pattern of two-step transition ($Ji2 + Ac3 \rightarrow Ji1 + Ac1 \rightarrow Jd$) which results from $Ji1$ to a policy objective Jd by association information $R1 = [Ji1, Ac1, Jd]$. It is the association information showing the preparation action which the situation accommodation action association information $R3$ removes conditions (failure factor) peculiar to the situation $Ji2$ that transition is easy to go wrong, realizes conditions (success factor) peculiar to the situation $Ji1$ of being easy to succeed, at this time, and prepares transition using the association information $R1$. If preparation action is successful, since the situation $Ji1$ which includes a success factor excluding a failure factor will be realized, possibility that the transition to the purpose

situation Jd will be successful becomes high.

[0096] For example, suppose that there was the two following association information R1 and R2.

[0097] Association information R1=[Ji1: Find Jd:user to whom there is a robot on a sofa by one person, and he looks for a user on the lonely Ac1:spot, and it is delightful].

Association information R2=[Ji2: (S(R1) = 0.6) Find Jd:user to whom there is a robot by one person behind a sofa, and he looks for a user on the lonely Ac2:spot, and it is delightful].

(S(R2) = 0.01) At this time, the transition probability S of the association information R1 (R1) presupposes that it was large beyond a predetermined value beyond a predetermined value [transition probability / (R2) / S / of a **** and the association information R2]. This originates in it being easier to find a user from the back of a sofa on a sofa, and that [the difference's in transition probability S] is in a tale. A failure factor is being behind a sofa and a success factor is being on a sofa. At this time, a robot generates the following new association information (situation accommodation action association information) R3 that it results [from a situation Ji2] in a situation Ji1. In addition, since transition probability information Si[of Rthese 3] (R3) = [Ns (R3), Nt (R3), S (R3)] has not tried this transition, it is set as [0, 0, 0].

[0098] Situation accommodation action association information R3=[Ji2 : There is a robot by one person behind a sofa, and it is lonely Ac3. : Ji1 which reaches on a sofa : There is a robot on a sofa by one person, and it is lonely].

(S(R3) = 0.0: Initial value) In addition, since a robot's pleasant-sensation ***** C does not increase in this example, the situation improvement effect E of this transition is 0. Thus, situation modulation ability adds the preparation action R3 to a robot's action pattern regardless of the superiority or inferiority of the situation improvement effect E. R3 is chosen by action searching ability whenever [situation improvement expected] at the beginning [of the preparation action R3] of generation when $E_p(R3)$ is insufficient (transition probability S (R3) is insufficient). Since especially R2 is not helpful, possibility that R3 which suits the same initial situation will be tried is high.

[0099] Thus, resulting in the same purpose situation, two association information that initial situations differ is memorized by the association database 22, one transition probability is high enough and the function in which the new association information (situation accommodation action association information) for adjusting a situation when the transition probability of another side is sufficiently low compared with it is generated is situation regulating ability.

[0100] In addition, the action which a robot can gain as preparation action in this way cannot generate the action which calls in or eliminates this, when there are

existence of the conditions which are limited to the action which a robot can perform as a combination of the action element memorized by memory 17, and can control a robot neither in a success factor nor a failure factor, for example, a third person, and its action. Although there is the above constraint, situation modulation ability functions as experience capacity for a robot to get to know the preparation action for preparing the conditions for making a certain action successful oneself.

(Action plan capacity) The action plan capacity performed by the chain action study section 29 which mentions later will be the capacity which generates the new association information (chain action association information) showing this chain, and adds to the association database section 22, supposing it discovers the chain of the association information (action) which has connected the situation continuously from the association database section 22 (one purpose situation is almost the same as the initial situation of another side) and such a chain can improve a situation.

[0101] Association information [as / the purpose situation Jd1 of association information $R1 = [Ji1, Ac1, Jd1]$ and whose initial situation Ji2 of association information $R2 = [Ji2, Ac2, Jd2]$ are the same (the situation similarity $S_j (Jd1 / Ji2)$ beyond a predetermined threshold) mostly] The purpose situation Jd2 of R2 is received in the association database section 22. The initial situation Ji3 of R3

mostly The same, When carrying out the chain to R_n as three are almost the same as that of the initial situation J_d4 of the purpose situation J_dR4 of $R3$ is found, Rather than the value of pleasant-sensation $C(J_{ik})$ in the initial situation J_{ik} of the association information R_k ($1 \leq k \leq n$) in the middle of the beginning of the chain When the value of pleasant-sensation $C(J_{dp})$ in the purpose situation J_{dp} of the association information R_p ($k < p \leq n$) which stands in a row at the point of R_k is larger It will say [that a situation is improvable and] by transition $(J_{ik} + A_{ck} + \dots + A_{cp} \rightarrow J_{dp})$ which performs even association information R_k, \dots, R_p continuously. Then, a robot is new association information (chain action association information) $R_x = [J_{ik}$ to which the chain even of R_k, \dots , the R_p was carried out, and $A_{ck} + \dots + A_{cp}$ and $J_{dp}]$ are generated and it adds to the association database section 22. Consequently, the action pattern of the robot in which a situation improvement is possible spreads. At this time, transition probability [of the chain action association information R_x] $S(R_x)$ is given by the product of the transition probability of each association information R_k, \dots, R_p by which the chain was carried out. In addition, the chain which consists of two or more association information and in which a situation improvement is possible is altogether extracted out of Chains R_1, \dots, R_n , and is added to the association database section 22.

[0102] For example, as for $R3$ gained with the situation modulation ability

mentioned above, action plan capacity becomes is much more easy to be chosen. In this example, following R1 and R2 were compared and R3 was generated as preparation action. However, R3 does not have a situation improvement effect and, the way things stand, is unlikely to be performed very much rarely.

[0103] Association information R1=[Ji1 : There is a robot on a sofa by one person, and it is lonely Ac1. : Jd which looks for a user on spot : user is found and it is delightful].

Association information R2=[Ji2 : There is a robot by one person behind a sofa, and it is lonely Ac2. : Jd which looks for a user on spot : user is found and it is delightful].

Association information R3=[Ji2 : There is a robot by one person behind a sofa, and it is lonely Ac3. : Ji1 which reaches on a sofa : there is a robot on a sofa by one person, and it is lonely].

Action plan capacity can generate new association information (chain action association information) R4=[Ji2 shown in the following which combined this R3 and R1, Ac3+Ac1, and Jd]. This chain action association information R4 has henceforth high possibility of being chosen by the usual actuation of the action retrieval section 23 as solution association information, if there is a situation improvement effect clearly and transition probability goes up by that trial how

many times.

[0104] Chain action association information $R_4 = [J_i2 : \text{There is a robot by one person behind a sofa, and it is lonely } Ac_4. : J_d \text{ which looks for a user from reaching on a sofa there } (Ac_1) (Ac_3) : \text{user is found and it is delightful}]$.

In addition, the number of the association information in which a chain is carried out by action plan capacity may be how many, and even if a situation may be deteriorated on the way, it is not cared about so that clearly from the above.

What is necessary is in short, just to be able to extract the part to which the direction of the value of pleasant-sensation ***** C in the purpose situation J_{dp} of the last association information $R_p (J_{dp})$ is large out of a chain rather than the value of pleasant-sensation ***** C in the initial situation J_{ik} of the first association information R_k by which a chain is carried out (J_{ik}).

[0105] In addition, two or more association information which describes transition with each initial situation almost same [each purpose situation] almost identically may come to be memorized by the association database section 22 according to action plan capacity. In this case, the direction with little number of the action element contained, whenever activation easy, the larger one of W is preferentially chosen by the usual processing of the action retrieval section 23. Of course, if transition probability S may decrease as a result of performing, the complicated action with more action elements will come to appear instead.

therefore -- being also alike -- even when it seems that it is then useless, it is important to make much association information.

[0106] Moreover, although the chain action association information that the initial situation and the purpose situation of a chain become almost the same (it is a loop formation) may be discovered, since the chain which does not carry out a situation improvement is not generated as mentioned above, the association information that an initial situation and the purpose situation are equal is not generated.

[0107] The dependability study section 25 which operates corresponding to each of four capacity mentioned above, the action-target outside study section 26, the others action study section 27, the situation accommodation action study section 28, and the chain action study section 29 are explained to a detail.

[0108] (b) The dependability study section 25 dependability study section 25 evaluates the result of the action which the robot performed, and performs actuation which makes the transition probability of the association information which describes the action fluctuate. That is, the dependability study section 25 is one of the means which realizes the above-mentioned action searching ability.

[0109] When a robot chooses association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ in Situation J_{ic} , the action A_c completes the dependability study section 25 and it results in Situation J_{dc} Ask for B (J_{dc}, R) the situation similarity $S_j (J_{dc}, J_d)$ of the target

situation J_d memorized by the association information R and the actual situation J_{dc} after completion, i.e., whenever [transition achievement], and if this is beyond a predetermined threshold A_s transition having been successful (the association information R having been materialized), transition probability information $S_i(R) = [N_s(R) \text{ of this association information } R, N_t \text{ -- (-- } R \text{ --) -- } S \text{ -- (-- } R \text{ --) --}]$ -- inside -- activation -- a count -- $N_t \text{ -- (-- } R \text{ --) -- a success -- a count -- } N_s \text{ -- (-- } R \text{ --) -- respectively -- 1 **** -- carrying out -- making -- } S(R) = \text{ -- memory 17 is made to memorize } N_s(R)/N_t(R) \text{ as a value of new transition probability}$

[0110] If $B(J_{dc}, R)$ is under a predetermined threshold whenever [transition achievement], on the contrary, transition as having failed (the association information R not having been materialized) One **** (R) of the counts N_t of activation in transition probability information $S_i(R) = [N_s(R), N_t(R), S(R)]$ of this association information R is carried out, and memory 17 is made to memorize $S(R) = N_s(R)/N_t(R)$ as a value of new transition probability.

[0111] Although there is relation with the situation improvement effect E when a robot chooses applicable association information in the situation J_{ic} mentioned above and the same situation after the renewal of such transition probability (study), the association information R made high in transition probability S becomes is easy to be chosen from before. The association information R made small in transition probability S becomes that it is hard to be chosen, and stops

conversely, appearing as action as a result.

[0112] Therefore, a robot chooses association information, takes action and comes to choose the high association information on transition probability little by little by updating transition probability S by the success or failure of the transition.

[0113] In addition, what should be careful of is the point that whether the dependability study section 25 had not the increment in pleasant-sensation ***** C but right association information estimates action. This differs from the strengthening study which the conventional robot is performing. When the increment in pleasant-sensation ***** C has a robot's action, strengthening study makes the manifestation frequency of action fluctuate by the size of pleasant-sensation ***** C (it is called a remuneration signal) actually experienced after transition. So to speak, strengthening study is the method $R = [J_i, A_c]$ learned for the manifestation frequency S of Action A_c , the initial situation J_i which should choose it, and action, and does not carry out evaluating the purpose situation J_d before action.

[0114] Therefore, in strengthening study, even if the transition as association information does not take place, if only it can change in the situation which pleasant-sensation ***** C increases by chance, even if it is unexpected transition, manifestation frequency will be increased. Consequently, the action

which makes a wrong situation change will be intently strengthened in spite of the mistake in fact.

[0115] on the other hand, this invention acts a robot for the purpose of the increment in pleasant-sensation ***** C similarly -- making (the action retrieval section 23 bearing this structure) -- it evaluates whether the result with the action really just like that which it was going to make change was induced, and the transition probability S of association information is made to fluctuate. Consequently, since action can be chosen when the rightness of the association information itself has been grasped, control of the fine situation by action is attained. According to this invention, if only there is right association information $R = [J_i, A_c, J_d]$, a robot can make the situation J_d aimed at. Strengthening study closes its eyes and seems to throw the stone, if it compares with it.

[0116] (b) The action-action-target outside study section 26 target outside study section 26 evaluates the result of the action which the robot performed, and when the association information which describes the action is wrong, generate the new association information (action-target outside association information) showing right transition, and carry out the actuation added to the association database section 22. That is, the action-target outside study section 26 is one of the means which realizes the above-mentioned action searching ability.

[0117] When a robot chooses association information $R = [J_i, A_c, J_d]$ in Situation

Jic, the action Ac completes the action-target outside study section 26 and it results in Situation Jdc Ask for B (Jdc, R) the situation similarity Sj (Jdc, J2) of the target situation Jd memorized by the association information R and the actual situation Jdc after completion, i.e., whenever [transition achievement], and if this is under a predetermined threshold Transition generates new association information (action-target outside association information) R1= [Jic, Ac, Jdc] which expresses the transition (Jic+Ac->Jdc) which actually took place as having failed (the association information R not having been materialized), and adds it to the association database section 22. In addition, if association information similar to the generated action-target outside association information R1 is already memorized by the association database section 22, it will not add. This is for not making the association database section 22 blow by association information on similar a large number out.

[0118] Whether association information similar to the generated action-target outside association information R1 is already memorized by the association database section 22 performs the following retrieval, and it is judged.

[0119] First, the situation transition action Ac in association information R1= [Jic, Ac, Jdc] newly added is compared with the situation transition action Acn in each association information Rn= [Jin, Acn, Jdn] memorized by the association database section 22, and both detect the same association information Rn

serially. This is for detecting only association information with the same action as the action A_c of the association information R_1 which it is going to add from now on.

[0120] Next, the situations J_{ic} and J_{dc} in association information $R_1 = [J_{ic}, A_c, J_{dc}]$, The situations J_{in} and J_{dn} in association information $R_n = [J_{in}, A_{cn}, J_{dn}]$ by which detection was carried out [above-mentioned], When it asks for the situation similarity $S_j (J_{ic}, J_{in})$ between initial situations, and the situation similarity $S_j (J_{dc}, J_{dn})$ between the purpose situations, respectively and both similarity of both acquires beyond a predetermined threshold, the association information R_1 and action which it is going to add are the same. The initial situation and purpose situation is also judged to be that in which similar enough association information has already existed, and it cancels adding the association information R_1 to the association database section 22.

[0121] Here, the difference with this invention and the conventional strengthening study is explained.

[0122] The conventional strengthening study was adjusting the manifestation frequency of action by the success or failure (an increment and reduction of pleasant-sensation ***** C) of the action of the robot which performed the selected action pattern. That is, pleasant-sensation ***** C (remuneration signal) estimated the transition which actually took place as a result of action,

and only manifestation frequency was learned by it.

[0123] On the other hand, the action-target outside study section 26 of this invention can be learned as association information $R1 = [Jic, Ac, Jdc]$ which has the transition $(Jic + Ac \rightarrow Jdc)$ which actually took place added. That is, the initial situation Jic which makes Action Ac discover, and the purpose situation Jdc visited as a result are ******(ed) actually, and can be knowledge-ized.

[0124] Although this invention and the conventional strengthening study are the same in the point of making the manifestation frequency of high action of both the improvement effects of a situation increasing, and decreasing the low manifestation frequency of an improvement effect Since it does not perform learning an actual initial situation in strengthening study, it is fixed and it is the basis of that fixed knowledge "it be (Ji) at this time" in the knowledge "(Ji) should carry out this action (Ac) at this time." It only acquires "having carried out the action here at this time tends to acquire remuneration" by study of the manifestation frequency S. That is, it is fixed and $R = [Ji, Ac]$ is not learned. Furthermore, since the purpose situation Jd is not knowledge-ized, the action pattern coping with the delicate inconsistency of a situation cannot be learned.

[0125] On the other hand, it differs from strengthening study in that the action pattern with which this invention copes with an inconsistency with a delicate situation can be learned. This is required in order to build the robot which can

accumulate and employ knowledge [/ what kind of situation action makes].

When knowledge is materialized (the transition as association information takes place), a problem is not produced even if it continues applying this knowledge.

On the other hand, when knowledge is not materialized (the transition as association information did not take place), it will be necessary to newly build different knowledge from this knowledge which can be materialized. Failure may be what is depended on the uncertain factor which may depend on the delicate difference in an initial situation, or was not able to be observed as status information. Then, when such, this invention can demonstrate the situation adaptation capacity beyond strengthening study (a situation is not knowledge-ized) because the ethology principal piece 26 outside a target carries out additional construction of the knowledge including the situation of order.

[0126] Thus, the action-target outside study section 26 learns that the transition to a target ex post facto situation and a different situation exists in addition to the dependability study section 25 learning the ease of changing to a target ex post facto situation. Unlike strengthening study, an applicable situation and the applicable situation which can be reached are subdivided, and this structure that can be accumulated (as association information) gives study adaptation capacity higher than before to a system.

[0127] The action-target outside study section 26 knowledge-izes the new initial

situation which can apply known action and which was not known, and the new purpose situation which was not known that known action can change. Consequently, although a system expects new effectiveness, and can apply the known action, that is, a new action pattern (this action can be performed at this time) can be gained, the number of the known actions cannot be increased. That is, the action-target outside study section 26 operates so that the status information in association information may be expanded. That is, the study performed here is not acquiring new action information.

[0128] By cooperation of the action retrieval section 23, the dependability study section 25, and the action-target outside study section 26, a robot can demonstrate the "action searching ability" mentioned above. That is, even if it is the case where the action whose robot of this has sufficient situation improvement effect is not memorized, work of the action retrieval section 23 can try a certain action. Such trial is accumulated through work of the dependability study section 25 and the action-target outside study section 26 as knowledge to which it is not concerned with the success or failure of a situation improvement, but the result affects future action.

[0129] Since new association information is built when transition as association information is not performed especially, even if it reaches a different situation from knowledge, it is knowledge-ized as new association information, and this

robot's situation adaptation capacity improves.

[0130] In order to make a robot demonstrate action searching ability which was mentioned above, it is necessary to make the association database section 22 memorize the action pattern (association information) which serves as some kinds at the beginning. The situation that a robot can respond in this memorized action pattern being substantial (numerous), or it can respond now increases.

[0131] However, no matter what action it may perform, when a situation is not improved, this robot only continues useless action for a long time. It is the limitation of the capacity corresponding to a situation of a robot without the capacity for this to expand action itself. In order to make a robot demonstrate the further capacity corresponding to a situation, a learning function which increases the situation transition action itself is required.

[0132] (c) By making into new association information (others action association information) action which the others, such as a user, performed, make the association database section 22 memorize the others action study section 27 others action study section 27, and it carries out actuation set to one of the action patterns of a robot. That is, the others action study section 27 is a means to realize the above-mentioned action duplicate capacity.

[0133] The situation input section 21 recognizes the others' voice, action (attitude), expression, etc. in more detail with the microphone and image pick-up

camera which were prepared for the robot, and it presumes how those others' situation was before and behind this action. Internal-state parameters, such as feeling of requiring presumption other than a detectable external condition parameter, are also immediately contained in the others' situation by observation. Presumption of an internal-state parameter is performed based on the others' voice, action (attitude), and expression which were inputted, and the dictionary information for recognizing them in memory 17 beforehand is memorized. The contents of this dictionary information are the information for specifying the internal-state parameter which detects from the image which had action (attitude) of the expression of a face, a gesture gesture, etc., an audio tone, etc. picturized, or the incorporated voice, and can be read in there. Consequently, if it is observed that it can change to the image of the expression at which it laughed from the image of the expression which got angry by a certain action, for example, it will be presumed that the others' feeling condition changed from the resentment to joy. The presumed result is memorized by the status information train.

[0134] In the following two cases, it will divide and the others action study section 27 will operate, if the others' action A_c is detected in the status information train by the situation input section 21.

[0135] (1) When action A_c is performed for a robot, the others' feeling condition

and action are treated by the situation input section 21 as a robot's external condition, and a robot's feeling condition and action are usually summarized to status information as a robot's internal state. Since action Ac is performed by the others for a robot, the relation of the **** should be able to be reregarded as action of the robot for ***** and the others.

[0136] The external condition parameter observed as a robot's perimeter situation can be decomposed into two, a part for the part about (a) doer slack others, and the environment division except (b) others. (a) is the doer slack others' expression, action, an attitude, and these others' feeling and the desire that the robot was able to presume from them. Moreover, (b) is a part for environment division common for the both sides of robots, such as a surrounding tree, a surrounding body, etc., and the others. Moreover, a robot's internal-state parameter is an internal-state parameter showing the (c) robot's feeling, or desire.

[0137] In addition to the above (b) and (c), a robot exists in fact, but the external condition parameter seen from the others at this time is compounded from the notation data which replaced this as there were a certain others. Moreover, the others' internal-state parameter will be called the above (a).

[0138] The others action study section 27 then, by decomposing into the above (a), (b), and (c), and reorganizing each of the status information trains Ji and Jd

which show the situation before and after Action Ac It considers as others status information train Ji' and Jd' which caught the situation before and after Action Ac from the others' view. New association information (others action association information) $R = [Ji', Ac, Jd']$ which makes an initial situation and Jd' the purpose situation and makes Ac for Ji' as situation transition action is generated, and it adds to the association database section 22. In addition, if association information similar to the generated others action association information R is already memorized by the association database section 22, it will not add. In addition, retrieval of whether association information similar to this others action association information R exists in the association database section 22 is the same as the retrieval performed in the action-target outside study section 26.

[0139] (2) When action Ac is performed among the others, the feeling condition of Others X and Others Y and action are treated as a robot's external condition by the situation input section 21, and are summarized to status information. supposing action Ac is performed by Others Y for Others X -- a robot's external condition parameter -- (a) -- a doer -- the part about Others Y, and (b) -- a candidate -- it can decompose into 3 **s for the environment division except the part about Others X, and the part about the (c) others X and Y. (a) is Doer's Y expression, action, an attitude, and this doer's Y feeling and the desire that the robot was able to presume from them. (b) is Candidate's X expression, action,

an attitude, and this candidate's X feeling and the desire that the robot was able to presume from them. Moreover, (c) is a part for environment division common for Others' X and Y both sides, such as a surrounding tree, a surrounding body, etc.

[0140] the external condition parameter seen from Doer Y at this time -- the above (b) and (c) -- in addition, although Candidate X exists in fact, it is compounded from the notation data which replaced this as there were a certain others. Moreover, Doer's Y internal-state parameter will be called the above (a).

[0141] The others action study section 27 then, by decomposing into the above (a), (b), and (c), and reorganizing each of the status information trains Ji and Jd which show the situation before and after Action Ac It considers as others status information train Ji' and Jd' which caught the situation before and after Action Ac from the others' view. New association information (others action association information) $R = [Ji', Ac, Jd']$ which makes an initial situation and Jd' the purpose situation and makes Ac for Ji' as situation transition action is generated, and it adds to the association database section 22. In addition, if association information similar to the generated others action association information R is already memorized by the association database section 22, it will not add. In addition, retrieval of whether association information similar to this others action association information R exists in the association database section 22 is the

same as the retrieval performed in the action-target outside study section 26.

[0142] In addition, if association information similar to the generated others action association information R is already memorized by the association database section 22, it will not add. In addition, retrieval of whether association information similar to this others action association information R exists in the association database section 22 is the same as the retrieval performed in the action-target outside study section 26.

[0143] By this others action study section 27, a robot can demonstrate "the capacity learned from others", i.e., "action duplicate capacity."

[0144] For example, a robot can learn such User's Y interpersonal behavior by observing the site which the user X who was crying stopped crying and showed the smiling face because User Y strokes the back of the user X who is crying. And this learned action is discovered when the user Z who is crying over another opportunity is detected.

[0145] In order to choose such interpersonal behavior at this time, that action needs to make a robot's pleasant-sensation ***** C increase. The likes-and-dislikes feeling which a robot has to the others is related to this.

[0146] For example, when bearing the positive feeling against the person with a robot, that person's plight is detected in the situation input section 21, and it acts so that this robot's pleasant-sensation ***** C may be spoiled. Therefore, in

order to improve pleasant-sensation ***** C of self, the action which recovers this person's plight is required of a robot, and the interpersonal behavior which had effectiveness in the situation improvement of the others learned previously as a result discovers him.

[0147] On the contrary, in order to act so that the person's plight may not spoil a robot's pleasant-sensation ***** C or it may be made to increase when not bearing the positive feeling against a person with a robot, it is not discovered or action which increases a plight further discovers the action which recovers a partner's plight.

[0148] The likes-and-dislikes feeling to the others is formed through old relation **** of a robot and its others. To the person who loves a robot, the label (information) "a man with this sufficient man" is attached into the dictionary information for detecting that person. Conversely, to the person who is hard on a robot, the label "a person with this bad man" is attached into the dictionary information for detecting that person. Whenever a person is detected, decision of this good person or a bad person is made, and the effect which the external condition observed according to that result has on a robot's feeling condition changes. In addition, these processings are performed in the situation input section 21.

[0149] Thus, it contributes to making a robot gain interpersonal behavior, a

robot's pleasant-sensation ***** C is changed based on the likes-and-dislikes decision to others by whom the situation input section 21 is detected, and the action retrieval section 23 makes the interpersonal behavior learned based on the pleasant-sensation ***** C discover in this invention, especially when the others action study section 27 looks at and imitates others' action.

[0150] By the configuration described until now, a robot can demonstrate "action searching ability" and "action duplicate capacity." concrete -- the manifestation of adaptation-izing of the manifestation frequency of (I) action, and (II) action -- conditions -- new acquisition of an initial situation, and action (III) -- effectiveness -- new acquisition of the purpose situation, and action (IIII) -- the contents -- new acquisition ** of the situation transition action [itself] becomes possible. Especially (II) - (IIII) are the knowledge which the conventional robot cannot acquire.

[0151] However, since it can act [that a robot is only restrained only by such capacity by the situation improvement effect of each action, and], though a situation is worsened at once, there is a possibility that the planning of reaching the situation finally improved more by combining two or more actions cannot be demonstrated. Action with planning can be made to give a robot because the situation accommodation action study section 28 and the chain action study section 29 which are explained below correspond to this point.

[0152] (d) When it cannot change in a certain purpose situation from a certain initial situation, in order that the situation accommodation action study section 28 situation accommodation action study section 28 may enable it to apply other association information which was able to change to the purpose situation from other initial situations, carry out as new association information (situation accommodation action association information), make the association database section 22 memorize the transition for making the initial situation, and carry out the actuation carry out as one of the action patterns of a robot. That is, the situation accommodation action study section 28 is a means to realize the above-mentioned situation modulation ability.

[0153] The situation accommodation action study section 28 is started whenever association information is added to the association database section 22, and it searches association information $R2 = [Ji2, Ac2, Jd2]$ (the situation similarity S_j ($Jd1, Jd2$) beyond a predetermined threshold) with the purpose situation $Jd2$ similar to the purpose situation $Jd1$ of added association information $R1 = [Ji1, Ac1, Jd1]$ from the association database section 22. If the association information $R2$ is detected as a result of retrieval, the situation accommodation action study section 28 will evaluate both transition probability $S(R1)$ and $S(R2)$. If the transition probability S of a **** and the association information $R2$ ($R2$) has the transition probability $S(R1)$ of the association information $R1$ lower than

S (R1) beyond a predetermined threshold beyond a predetermined threshold

Actuation which generates the new association information (situation accommodation action association information) R3 from the initial situation Ji2 of R2 to the initial situation Ji1 of R1, and is memorized in the association database section 22 is performed. Or if the transition probability S of a **** and the association information R1 (R1) has the transition probability S (R2) of the association information R2 conversely lower than S (R2) beyond a predetermined threshold beyond a predetermined threshold, actuation which generates the new association information (situation accommodation action association information) R3 from the initial situation Ji1 of R1 to the initial situation Ji2 of R2, and is memorized in the association database section 22 will be performed.

[0154] In addition, if association information similar to the generated situation accommodation action association information R3 is already memorized by the association database section 22, it will not add. Moreover, retrieval of whether association information similar to this situation accommodation action association information R3 exists in the association database section 22 is the same as the retrieval performed in the action-target outside study section 26.

[0155] One association information R1 has high frequency among association information R1 of more detailed plurality (two [for example,]) with almost same

purpose situation $J_d = [J_{i1}, A_{c1}, J_d]$, and $R_2 = [J_{i2}, A_{c2}, J_d]$ (association information to which either was added), and that frequency is low can judge the association information R_2 on another side by seeing both transition probability. Although one side can reach the purpose situation J_d , the cause that another side cannot be reached is in the difference between a starting point slack initial situation and the action which can be then performed. then, the association information R_1 which succeeds in transition and the association information R_2 which is not successful -- each initial condition J_{i1} and J_{i2} is divided into the subsidiary condition J_k contained common to two association information, the subsidiary condition J_s peculiar to the former (success), and the subsidiary condition J_f peculiar to the latter (failure). This J_s is a success factor and J_f is a failure factor. It is $J_{i1} = J_k + J_s$ and is $J_{i2} = J_k + J_f$.

[0156] Situation accommodation action is action which makes a situation change from initial situation $J_{i2} = (J_k + J_f)$ to purpose situation $J_{i1} = (J_k + J_s)$.

[0157] For example, the two following association information with the same purpose situation is considered.

[0158] Association information $R_1 = [J_{i1}: \text{A robot stays [as one person] on a sofa and is lonely (the 1st parameter value).}$

A_{c1} : Find J_d : user who looks for a user on that spot, and it is delightful].

Association information $R_2 = [J_{i2}: \text{A robot stays [as one person] behind a sofa}$

and is lonely (the 2nd parameter value).

Ac2: Find Jd:user who looks for a user on that spot, and it is delightful].

At this time, a thing "lonely [stay as one person and]" becomes ["it is on a sofa", and the failure factor Jf] the common conditions Jk, and a target situation and the success factor Js become ["I am glad to find a user"] "Being behind a sofa."

The processing which the situation accommodation action study section 28 performs is assembling new association information (situation accommodation action association information) $R3 = [Ji2=Jk+Jf, Ac3, \text{ and } Ji1=Jk+Js]$ which generated the action which sets Jf to Js, and the action Ac3 specifically "reaching on a sofa", and included this action Ac3.

[0159] Situation accommodation action association information $R3=[Ji2 : \text{There is a robot by one person behind a sofa, and it is lonely } Ac3. : Ji1 \text{ which reaches on a sofa} : \text{There is a robot on a sofa by one person, and it is lonely}]$.

According to this new situation accommodation action association information $R3$, a robot performs action of "staying as one person behind a sofa, and reaching on a sofa when lonely." In addition, it must be memorized by memory 17 as a robot's action element that a robot reaches something. However, a robot does not have the money on hand of action of reaching a sofa, and, of course, the action pattern of "staying as one person behind a sofa, and reaching on a sofa when lonely" is also gained for the first time at this time.

[0160] (e) When a situation is not improvable for each association information (action), it finds the chain of the association information which performs two or more association information (action) continuously, and can improve a situation, and generate, and the chain action study section 29 chain action study section 29 makes the association database section 22 memorize the new association information (chain action association information) which described the chain, and carries out the actuation carry out as one of the action patterns of a robot. That is, the chain action study section 29 is a means to realize the above-mentioned action plan capacity.

[0161] The chain action study section 29 is started whenever new association information is added to the association database section 22 by work of the action-target outside study section 26, the others action study section 27, and the situation accommodation action study section 28. Investigate the contents of the association information memorized by the association database section 22, and the purpose situation of one association information is similar to the initial situation of the association information on another side. Namely, two or more association information $R1 = [Ji1, Ac1, Jd1]$ which makes three or more situations change continuously on the chain of two or more actions, $R2 = [Ji2, Ac2, Jd2]$ (the situation similarity $S_j (Jd1, Ji2)$ beyond a predetermined threshold), $R3 = [Ji3, Ac3, Jd3]$ (the situation similarity $S_j (Jd2, Ji3)$ beyond a predetermined

threshold) -- All the chains that consist of $R_n = [J_{in}, A_{cn}, J_{dn}]$ are searched (however, n four or more natural numbers). It is the 1st association information and R_2 is the 2nd association information, R_3 is the 3rd association information and the association information R_1 serves as two chains in this case here. A chain is a chain which is different if the element slack association information which constitutes it differs [one or], and is a chain which is different if the sequence of element slack association information differs even in a piece place. In addition, this retrieval is limited to retrieval of the chain from which the added association information serves as either of the above R_1-R_n . When a chain is detected as a result of retrieval, the chain action study section 29 In this extracted chain, from pleasant-sensation ***** C (Jik) of the initial situation Jik of the association information R_k ($1 \leq k \leq n$) All the partial linkages (said chain itself is included) by which pleasant-sensation ***** C (Jdp) of the purpose situation Jdp of the association information R_p ($k < p \leq n$) is improved are extracted. It is the each New association information (chain action association information) $R_x = [J_{ik} \text{ and } A_{ck} + \dots + A_{cp} \text{ and } J_{dp}]$ -- It memorizes in the association database section 22 as

[0162] In addition, if association information similar to the generated chain action association information R_x is already memorized by the association database section 22, it will not add. Moreover, retrieval of whether association information

similar to this chain action association information Rx exists in the association database section 22 is the same as the retrieval performed in the action-target outside study section 26.

[0163] Furthermore, it is also possible to create and memorize still newer chain action association information with the procedure mentioned above from this chain action association information.

[0164] Moreover, the association information R11 with the initial situation Ji11 which is similar with the above-mentioned processing with the purpose situation Jd10 of a certain association information R10, The association information R12 which has the purpose situation Jd11 of this association information R11, and the similar initial situation Ji12, When the association information R13 which has the purpose situation Jd12 of this association information R12 and the similar initial situation Ji13 exists, To the initial situation Ji10 of the association information R10, even if pleasant-sensation ***** C of the purpose situations Jd11 and Jd12 of R11 and R12 is low If pleasant-sensation ***** C of the purpose situation Jd13 of the association information R13 is large, these association information R10-R13 will be memorized by the association database section 22 as new chain action association information. The chain in this case is 2 ($n = 2$), and the number of association information is three ($n+1$).

[0165] Thus, when generating chain action association information combining

two or more association information, when intermediate action is performed, even if pleasant-sensation ***** C falls temporarily, finally pleasant-sensation ***** C shall just increase.

[0166] By such configuration, a robot demonstrates situation regulating ability and action plan capacity. Even if it does not improve not only action but the direct situation of specifically improving a situation directly, acquisition of the preparation action indirectly connected with an improvement of a situation, and generation and acquisition of the association information which described a series of actions finally connected to a situation improvement even if it worsens a situation by the middle are attained.

[0167] In addition, whenever are supervising the updating situation of the association information memorized by the association information database section 22, and it is started at the time of a system startup and also it detects the addition of new association information, the situation accommodation action study section 28 and the chain action study section 29 are started as already stated. Moreover, also immediately after the addition of association information was briefly performed by self, it is started again, and it is recursively started until it becomes impossible to find out the association information which should be added.

[0168] Although a configuration which was described above, and the capacity

which each component performs have been explained, the action formation approach is explained with reference to the flow chart of the action formation approach of drawing 4. In addition, it shall be at the robot employment time and the situation accommodation action association information and chain action association information other than each association information shall already be memorized by the association database section 22. If that is not right, in the phase before robot employment, the situation accommodation action study section 28 and the chain action study section 29 shall be started, and the situation accommodation action association information about all association information and chain action association information shall be added by the work.

[0169] (1) The situation input section 21 acquires the status information of the perimeter of a robot (S1). In addition, status information was detected with the distance robot 11, the pressure-sensitive sensor 14, the image pick-up camera 10, and the microphone 12, for example, is action with the sound and the detected body which the expression of the existence of the detected bodies (user etc.) and the detected body, a condition, the detected body, etc. emit. The detected status information is edited into the status information train acquired by then, and is outputted to each of an action manifestation loop formation, the study loop formation 1, the study loop formation 2, and the study loop formation 3.

[0170] First, an action manifestation loop formation is explained.

[0171] (2) The action retrieval section 23 extracts association information (candidate association information) with the initial situation which suits the newest status information train (current situation J_{ic}) from the association database section 22 memorized in memory 17 (S2). In the case of this extract, the situation goodness of fit A of each association information is calculated and evaluated, and only the association information which acquired beyond the predetermined threshold is extracted as candidate association information. At this time, whenever situation improvement effect [of candidate association information] E , transition probability S , and activation easy, the score information S_c containing $W(R)$ is extracted together. The extracted candidate association information is temporarily memorized by memory 17 with score information.

[0172] (3) Next, it is judged by CPU16 whether the association information (candidate association information) which suits the inputted status information J_{ic} was extracted (S3).

[0173] When candidate association information is extracted at least one or more, it progresses to S4, and when candidate association information is not extracted at all, in order to perform action retrieval, one association information is chosen from the association database section 22 as solution association information at

random, and it progresses to S5.

[0174] (4) When candidate association information is extracted at least one or more, solution association information is determined from each extracted candidate association information (S4).

[0175] Whenever [situation improvement expected / of each candidate association information], whenever E_p = situation improvement effect E_x transition probability S_x activation easy, W is calculated, and it is judged by CPU16 whether it has a value beyond a predetermined threshold. The candidate association information with which whenever [situation improvement expected] does not fill a predetermined threshold is eliminated from the temporary storage of memory 17 as a result of decision. And it progresses to S5 by making a thing with whenever [greatest situation improvement expected / in the candidate association information which remained] into solution association information. When there is no candidate association information which remained, in order to perform action retrieval, one association information is chosen from the association database section 22 as solution association information at random, and it progresses to S5.

[0176] (5) Next, CPU16 outputs the action element information described by action information at the action output section 24 according to the timing information described by the action information on solution association

information (S5).

[0177] The action output section 24 starts actuation according to the received action element information. In addition, actuation is that a robot drives, for example, is LED's (9)'s blinking, a sound's being emitted from a loudspeaker 13, or robot 1 the very thing's moving, or deforming etc.

[0178] After solution association information is performed, it returns to S1.

[0179] Then, the study loop formation 1 (the dependability study section 25, action-target outside study section 26) is explained.

[0180] (6) It is judged by CPU16 whether according to the solution association information outputted to the action output section 24, it is operating first from the action retrieval section 23 (S6).

[0181] When a line is, it progresses to S7, and when not carrying out, it returns to S1. When returning to S1, it is in the condition that the robot is not operating at all.

[0182] (7) When the robot is operating, it is judged by CPU16 whether actuation according to solution association information is completed (S7).

[0183] When progressing to S8 when having ended, and having not ended, it returns to S1. A robot is working when returning to S1.

[0184] (8) When actuation is completed, CPU16 calculates B (Jdc, Jd) whenever [transition achievement-with purpose situation / which was described by solution

association information / Jd and situation Jdc after actual actuation], and judge whether the purpose situation Jd was reached (S8). The contents of the transition probability information Si are suitably updated noting that it considers that the transition using the solution association information chosen when B (Jdc, Jd) was beyond a predetermined threshold whenever [transition achievement] was successful, and it will fail, if it is under a predetermined threshold. Dependability study is performed to solution association information by performing such actuation.

[0185] (9) Next, when it is considered that S8 went wrong, CPU16 considers that transition was carried out to the purpose situation of solution association information, and a different situation, and it is an actual situation about the initial situation and the purpose situation of solution association information. (score information Sc ****) The new replaced association information (action-target outside association information) is generated by CPU16 (S9). This generated association information is memorized if the same association information does not exist in the association database section 22.

[0186] It returns to S1.

[0187] Then, the study loop formation 2 (others action study section 27) is explained.

[0188] (10) It is first detected by the situation input section 21 whether the

detected body (especially user) has taken a certain action (S10).

[0189] When it progresses to S11 when action of the detected body is detectable, and it is not able to detect, it progresses to S1. When progressing to S1, the detected body with which the detected body does not exist in the detection range is not acting, or although the detected body is acting, it is in the condition of ***** that a robot cannot recognize this action.

[0190] (11) When it is able to detect, it is judged by CPU16 whether action of the detected body is completed based on the status information train detected in the situation input section 21 (S11).

[0191] When progressing to S12 when action is completed, and having not ended, it progresses to S1. In progressing to S1, a robot continues detecting action of this detected body until action of the detected body is completed.

[0192] (12) When action is completed, CPU16 extracts the initial situation Ji of the detected body, the situation transition action Ac performed following this, and the purpose situation Jd attained by the situation transition action Ac from a status information train, and edits these as association information on a lot (others action association information) (S12). This edited association information is memorized if the same association information does not exist in the association database section 22.

[0193] By the study loop formation 2, a robot can incorporate action of the

detected body as new his own pattern of operation. It progresses to S1.

[0194] Then, the study loop formation 3 (the situation accommodation action study section 28, chain action study section 29) is explained.

[0195] (13) It is investigated by CPU16 whether there is any association information newly first added to the association database section 22 (S13).

[0196] When new association information exists, it progresses to S14, and in not existing, it progresses to S1.

[0197] In order to detect new association information, memory 17 is made to memorize the number of the association information on the time of detecting last time. The approach of comparing and judging the number of the association information on the time of detecting this numeric value and this time, Memory 17 is made to memorize the index (delimiters, such as R0001) of all the association information on the time of detecting last time, and there is a method of comparing the indexes in the time of detecting this association information and this time one by one, and judging them.

[0198] (14) When a system startup time or new association information is added, if the new association information (situation accommodation action association information) based on the newly added association information is generated by the situation accommodation action study section 28 and the same association information does not exist in the association database section 22 by it, it

memorizes. (S14) .

[0199] (15) Next, the new association information (chain action association information) based on the association information newly added in the chain action study section 29 is generated, and if the same association information does not exist in the association database section 22, it memorizes (S15). It progresses to S1.

[0200] Such (1) A robot's action is formed of the process of - (15), and /actuation of is done.

[0201] 1. action searching ability mentioned above specifically tries the action which knows some when a robot does not know effective action. Discover and learn the new effectiveness or according to 2. action duplicate capacity Discover and learn existence of new action by observing the others' action, or by 3. situation regulating ability Discover and learn the action which changes the situation that it cannot be coped with into the situation that it can be coped with, or according to 4. action plan capacity It carries out by carrying out parallel processing of four study of being as discovering and learning the new effectiveness of performing continuously two or more actions known as separate action until now ****, mostly, and the pattern of operation is increased.

[0202] With the gestalt of the 1st operation, it is continuously used by thing which were described above and which the robot itself learns a pattern of operation

and its utilizing method autonomously, and is made to increase them with the passage of time, without making a user's interest fade. Moreover, the action which a robot performs becomes exactly and advanced gradually, and a user can realize that a robot grows.

[0203] Moreover, an abbreviation single is not operated to a specific input like before.

[0204] Moreover, while a user does not need to make a pattern of operation newly input / memorize and raises operability, it can be made the robot near [it is infinite for a living thing and] it with the passage of time.

[0205] Moreover, by learning an action pattern from the detected body, the new action beyond the range of action experience of self can be learned, and it can be referred to as one of the action patterns of its.

[0206] Moreover, the success factor and failure factor of action are extracted, and since association information which removes a failure factor and incorporates a success factor is formed, a situation can be coped with with such high success percentage that experience is gained.

[0207] Moreover, by action according to individual, it becomes possible combining two or more action patterns to make it result in the situation which was not able to be attained by considering as a series of action patterns.

[0208] Moreover, study growth capacity in a robot's action side can be realized

on the high level which is not in the former, and the robot with the worth (grow up) used for a user by which weariness does not come more can be offered.

[0209] Next, the false biological system concerning this invention is explained with reference to drawing 5 about the configuration of the 2nd operation gestalt carried out by the robot.

[0210] In addition, the explanation which the same component attaches the same sign and overlaps in the gestalt of each following operation is omitted.

[0211] The description of the 2nd operation gestalt is the action formation approach of the robot using the storage which memorized the program which operates a robot and in which computer reading is possible.

[0212] Drawing 5 is a block diagram for explaining the gestalt of the 2nd operation, and, as for the storage 60, the program by which the gestalt of implementation of the above 1st is carried out is memorized.

[0213] (1) the program in a storage 60 -- electronic equipment -- it is read with a personal computer 61 and memory 62 memorizes, and transmit this read program to a robot 1 by radio, and make the memory 17 in the control section 15 in a robot 1 memorize

[0214] In this case, the input sections 66, such as the transmitting section 65 and the keyboard with which a personal computer 61 transmits the insertion section 63 in which a storage 60 is inserted, CPU64 which manages reading / storage /

operation actuation, the memory 62 which memorizes the read program, and the read program to a robot 1, and a mouse, are formed. Moreover, the receive section 67 which receives the actuating signal transmitted to the robot 1 is established in a part of sheathing, and the actuating signal received in the receive section 67 is memorized by the memory 17 in a control section 15, and starts actuation.

[0215] (2) Moreover, a storage is inserted in the program reading section 68 prepared for the robot 1, and the memory 17 in the control section 15 in the direct robot 1 can be made to be able to memorize a program, and can also be operated.

[0216] Thus, after a program is memorized by (1) and (2) at the memory 17 in a robot 1, the same actuation as the gestalt of the 1st operation mentioned above is performed.

[0217] The class of program memorized by such same robot in the gestalt of the 2nd operation is changeable, for example, it becomes behavior which will presume upon a user if it is a spoiled child program for robots, and the robot which performs a cry positively so that active actuation of running with a sufficient squeal that what is necessary is just an active program for robots may be performed positively, and the robot which a user likes can be realized. Therefore, a user can acquire two or more pleasure only by changing the class

of program that a robot should just purchase one body.

[0218] In addition, it cannot be overemphasized that it deforms variously and can carry out in the range which this invention is not limited to the gestalt of each operation mentioned above, and does not deviate from the main point. For example, it is also possible to form the temperature sensor which measures the temperature of the perimeter of a robot on a robot's moving part or body. By doing in this way, a robot can also treat ambient temperature now as an outside circumference.

[0219] In addition, as a storage in this invention, a magnetic disk, a floppy (trademark) disk, a hard disk, optical disks (CD-ROM, CD-R, DVD, etc.), magneto-optic disks (MO etc.), semiconductor memory, etc. can memorize a computer program, and as long as it is the storage which a computer can read, the storage format and class of physical media may be which gestalt.

[0220] Moreover, a part of each processing for MW(s) (middleware), such as OS (operation system) which is working on a computer based on directions of the computer program installed in the computer from the storage, and database management software, a network, etc. to realize the gestalt of this operation may be performed.

[0221] Furthermore, the storage which the storage in this invention downloaded the computer program transmitted by the storage which memorized or stored the

computer program temporarily for the purpose of transmitting by not only the medium that became independent of a computer but LAN, the Internet, etc., LAN, the Internet, etc., and was memorized or stored temporarily is also contained.

[0222] Moreover, also when, as for a storage, processing in this operation gestalt not only from one but two or more media is performed, it may be contained in the storage in this invention, and the configuration of a medium may be which configuration.

[0223] In addition, the computers in this invention may be which configurations, such as a system by which network connection of the equipment which performs each processing in the gestalt of this operation, and consists of one, such as a personal computer, based on the program memorized by the storage, and two or more equipments was carried out.

[0224] Moreover, the device which can realize the function of this invention by the program, and equipment are named the computer in this invention generically not only including a personal computer but including a processing unit, a microcomputer, etc. which are contained in an information management system.

[0225] Moreover, the action formation approach is memorized as a computer program.

[0226] Moreover, the software application which it animates [software

application] with techniques, such as CG (Computer Graphics), and makes a personification-or pseudo-living thing-character substantiate virtually on the display screens, such as a computer, is contained in the false biological system concerning this invention besides the robot as a stereo. In this case, the action output section (24) displays the animation made to exercise for the include angle of a request of each joint of a character by coordinate transformation on the display screen instead of controlling a robot's (1)'s motor and making it exercise for the include angle of a request of each joint. Since the stereo of a system is not a robot but a computer etc., although the acquirable action in which status information and activation are possible has some constraint as compared with an actual robot, it is possible to perform the action formation approach by this invention.

[0227] Moreover, even if the information inputted into the action-target outside study section is informational (abortive association information) any which are inputted from the dependability study section even if it is the status information by which a direct input is carried out from the situation input section, it is not cared about.

[0228]

[Effect of the Invention] According to this invention which was described above, it becomes the false living thing by which weariness does not come to a user

because the false living thing itself creates and adds a new pattern of operation.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view of the 1st operation gestalt which carried out the false living thing concerning this invention by the robot.

[Drawing 2] The block diagram of the 1st operation gestalt which carried out the false living thing concerning this invention by the robot.

[Drawing 3] The block diagram for explaining actuation of the 1st operation gestalt which carried out the false living thing concerning this invention by the robot.

[Drawing 4] The flow chart for explaining the action formation approach of the 1st operation gestalt which carried out the false living thing concerning this invention by the robot.

[Drawing 5] The block diagram for explaining the 2nd operation gestalt which carried out the false living thing concerning this invention by the robot.

[Description of Notations]

1 Robot

2 Head

3 Right Arm Section

4 Left Arm Section

5 Right Leg Section

6 Left Leg Section

7 Tail

8 Idiosoma

9 LED

10 Image Pick-up Camera

11 Electrostatic-Capacity Type Distance Sensor

12 Microphone

13 Loudspeaker

14 Pressure-sensitive Sensor

15 Control Section

16 CPU

17 Memory

21 Situation Input Section

22 Association Database Section

23 Action Retrieval Section

24 Action Output Section

25 Dependability Study Section

26 Action-Target Outside Study Section

27 Others Structure Study Section

28 Situation Accommodation Action Study Section

29 Chain Action Study Section